
إنتاج البصل والثوم

سلسلة محاصيل الخضر : تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة



إنتاج البصل والثوم

تأليف

أ. د. أحمد عبدالمنعم حسن

أستاذ ورئيس قسم الخضر

كلية الزراعة – جامعة القاهـــرة

الطبعة الأولى

٢٠٠٠

الدار العربية للنشر والتوزيع

حقوق النشر

سلسلة محاصيل الخضر : تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة

إنتاج البصل والثوم

رقم الإيداع : ٨٠٠٩ / ٩٩
I. S. B. N. : 977-258-144-2

للدار العربية للنشر والتوزيع
٣٢ شارع عبـــاس العقاد - مدينة نصر
ت : ٢٧٥٣٣٣٥ فاكس : ٢٧٥٣٣٨٨

مقدمة الناشر

يتزايد الاهتمام باللغة العربية فى بلادنا يومًا بعد يـــوم . ولا شك أنه فى الغد القريب ستستعيد اللغة العربية هيبتها التى طالما امتهنت وأذلت من أبنائها وغير أبنائـــــها . ولا ريب فى أن امتهان لغة أية أمة من الأمم هو إذلال ثقافى فكرى للأمة نفســــها ، الأمـــر الذى يتطلب تضافر جهود أبناء الأمة رجالاً ونساءً ، طلابًا وطالبات ، علماء ومثقفيـــن مفكرين وسياسين فى سبيل جعل لغة العروبة تحتل مكانتها اللائقة التى اعترف المجتمع الدولى بها لغة عمل فى منظمة الأمم المتحدة ومؤسساتها فى أنحاء العالم ، لأنها لغــــة أمة ذات حضارة عريقة استوعبت – فيما مضى – علوم الأمم الأخرى ، وصهرتها فـــى بوتقتها اللغوية والفكرية ، فكانت لغة العلوم والأدب ، ولغة الفكر والكتابة والمخاطبة .

إن الفضل فى التقدم العـــلمى الذى تنعم به أوروبا اليوم يرجــــع فـــى واقعـــه إلـــى الصحوة العلمية فى الترجمة التى عاشتها فى القرون الوسطى . فقد كان المرجع الوحيد للعلوم الطبية والعلمية والاجتماعية هو الكتب المترجمة عن اللغة العربية لابـــــن ســـينا وابن الهيثم والفارابى وابن خلدون وغيرهم من عمالقة العرب ، ولم ينكر الأوروبيــــون ذلك ، بل يسجل تاريخهم ما ترجموه عن حضارة الفراعنة والعرب والإغريـــق ، وهـــذا يشهد بأن اللغة العربية كانت مطواعة للعلم والتدريس والتأليف ، وأنـــها قـــادرة علـــى التعبير عن متطلبات الحيـــاة وما يستجد من علوم ، وأن غيرها ليس بأدق منــــها ، ولا أقدر على التعبير.

ولكن ما أصاب الأمة من مصائب وجمود بدأ مع عصر الاســـتعمار الـــتركى ، ثـــم البريطانى والفرنسى ، عاق اللغة عن النمو والتطور ، وأبعدها عن العلـــم والحضـــارة ، ولكن عندما أحـــس العرب بأن حياتهم لابد من أن تتغير ، وأن جمودهم لابـــد أن تـــدب فيه الحياة ، اندفع الرواد من اللغويين والأدباء ، والعلماء فى إنماء اللغة وتطويرهـــــا ، حتى أن مدرسة قصر العينى فى القاهرة ، والجامعة الأمريكية فى بيروت درستا الطـــب بالعربية أول إنشائها. ولو تصفحنا الكتب التى ألفت أو تُرجمت يوم كان الطـــب يـــدرس فيهما باللغة العربية لوجدناها كتبًا ممتازة لا تقل جودة عن أمثالها من كتب الغرب فـــى ذلك الحين ، سواء فى الطبع ، أو حسن التعبير، أو براعة الإيضــــاح ، ولكـــن هذيـــن المعهدين تنكرا للغة العربية فيما بعد ، وسادت لغة المستعمر . وفُرضت على أبناء الأمة فرضًا ، إذ رأى المستعمر فى خنق اللغة العربية مجالاً لعرقلة الأمة العربية .

وبالرغم من المقاومة العنيفة التى قابلها ، إلا أنه كان بين المواطنين صنائع ســـبقوا الأجنبى فيما يتطلع إليـــه . فتفننوا فى أساليب التملق له اكتسابًا لمرضاتــــه ، ورجـــال تأثروا بحملات المستعمـــر الظالمـــة ، يشككون فى قـــدرة اللغة العربية على اســـتيعاب الحضـــارة الجـــديدة ، وغـــاب عنهم ما قاله الحاكم الفرنسى لجيشــــه الزاحـــف إلـــى الجزائر : " علموا لغتنا وانشروها حتى نحكم الجـــزائر ، فإذا حكمت لغتنا الجزائر ، فقد حكمناها حقيقة " .

فهل لى أن أوجه نداءً إلى جميع حكومات الدول العربية بأن تبادر - فى أسرع وقت ممكن - إلى اتخاذ التدابير ، والوسائل الكفيلة باستعمال اللغة العربية لغة تدريس فى جميع مراحل التعليم العام ، والمهنى ، والجامعى ، مع العناية الكافية باللغات الأجنبية فى مختلف مراحل التعليم لتكون وسيلة الإطلاع على تطور العلم والثقافة والانفتاح على العالم . وكلنا ثقة من إيمان العلماء والأساتذة بالتعريب ، نظرًا لأن استعمال اللغة القومية فى التدريس ييسر على الطالب سرعة الفهم دون عائق لغوى ، وبذلك تزداد حصيلته الدراسية ، ويرتفع بمستواه العلمى ، وذلك يعتبر تأصيلاً للفكر العلمى فى البلاد ، وتمكينًا للغة القومية من الازدهار والقيام بدورها فى التعبير عن حاجات المجتمع ، وألفاظ ومصطلحات الحضارة والعلوم .

ولا يغيب عن حكوماتنا العربية أن حركة التعريب تسير متباطئة، أو تكاد تتوقف، بل تحارب أحيانًا ممن يشغلون بعض الوظائف القيادية فى سلك التعليم والجامعات، ممن ترك الإستعمار فى نفوسهم عـُقدًا وأمراضًا ، رغم أنهم يعلمون أن جامعات إسرائيل قد ترجمت العلوم إلى اللغة العبرية، وعدد من يتخاطب بها فى العالم لا يزيد على خمسة عشر مليون يهوديًا ، كما أنه من خلال زياراتى لبعض الدول واطلاعى وجدت كل أمة من الأمم تدرس بلغتها القومية مختلف فروع العلوم والأدب والتقنية ، كاليابان ، وإسبانيا ، وألمانيا ، ودول أمريكا اللاتينية ، ولم تشك أمة من هذه الأمم فى قدرة لغتها على تغطية العلوم الحديثة ، فهل أمة العرب أقل شأنًا من غيرها ؟! .

وأخيرًا .. وتمشيًا مع أهداف الدار العربية للنشر والتوزيع ، وتحقيقًا لأغراضها فى تدعيم الإنتاج العلمى ، وتشجيع العلماء والباحثين فى إعادة مناهج التفكير العلمى وطرائقه إلى رحاب لغتنا الشريفة ، تقوم الدار بنشر هذا الكتاب المتميز الذى يعتبر واحدًا من ضمن ما نشرته - وستقوم بنشره - الدار من الكتب العربية التى قام بتأليفها أو ترجمتها نخبة ممتازة من أساتذة الجامعات المصرية والعربية المختلفة .

وبهذا ... ننفذ عهدًا قطعناه على المضى قدما فيما أردناه من خدمة لغة الوحى ، وفيما أراده الله تعالى لنا من جهاد فيها .

وقد صدق الله العظيم حينما قال فى كتابه الكريم : ﴿ وقل اعملو فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون وستردون إلى عالم الغيب والشهادة فينبئكم بما كنتم تعملون ﴾.

محمد أحمد دربالـه

الدار العربية للنشر والتوزيع

المقدمة

مرت إحدى عشرة عامًا على إصدار الطبعة الأولى من كتاب "البصل والثوم" ، الذى كان ضمن سلسلة "العلم والممارسة فى المحاصيل الزراعية". وعلى الرغم من الإقبال الكبير الذى لمسناه من قبل المنتجين، والطلاب، والباحثين على هذه الطبعة؛ الأمر الذى تطلب إعادة إصدارها مرة أخرى .. فإن أمورًا كثيرة استجدت خلال تلك الفترة فى كل ما يتعلق بتكنولوجيا إنتاج البصل والثوم؛ الأمر الذى تحتم معه إصدار هذا الكتاب ضمن هذه السلسلة الجديدة "محاصيل الخضر : تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة"، والتى تقوم الدار العربية للنشر والتوزيع بإصدارها .

يقع الكتاب فى عشرة فصول، خصصت الفصول التسعة الأولى منها للبصل، بينما خصص الفصل الأخير للثوم. وتناولت الفصول الخاصة بالبصل تعريف بالمحصول وأهميته (الفصل الأول)، والوصف النباتى (الفصل الثانى)، والأصناف (الفصل الثالث)، والاحتياجات البيئية، وطرق التكاثر، والزراعة (الفصل الرابع) ، وعمليات الخدمة الزراعية (الفصل الخامس)، والفسيولوجى (الفصلان السادس والسابع)، والحصاد، والتداول والتخزين (الفصل الثامن)، والأمراض والآفات ومكافحتها (الفصل التاسع). أما الفصل العاشر فقد تناول جميع الأمور التى أسلفنا بيانها، ولكن بالنسبة لمحصول الثوم.

ولقد شهدت جميع فصول الكتاب تحديث شامل لمحتوياتها، اعتمد على كل ما هو جديد وظهر فى مئات المراجع التى ضمتها قائمة مصادر هذا الكتاب .

وكعهدى دائمًا مع القارئ العربى .. فإن هذا الكتاب – كغيره من كتب هذه السلسلة – أعدّ ليكون مرجعاً لكل من منتجى البصل والثوم، والباحثين، والطلاب فى مرحلتى البكالوريوس والدراسات العليا؛ ذلك لأنى وضعت نصب عينى الجانبين العلمى والتطبيقى، مع توثيق كل ما ورد بالكتاب من معلومات بمراجعها الأصلية، وبأسلوب يفى متطلبات الباحث، ويحترم حق المنتج فى تفهم الأسس التى بنيت عليها التوصيات التى وردت بالكتاب وبدائلها .

والله ولى التوفيق.

أ. د. أحمد عبد المنعم حسن

محتويات الكتاب

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الفصل الأول

تعريف بالمحصول وأهميته

الوضع التقسيمى

العائلة والجنس اللتان ينتمى إليهما البصل

يعرف البصل Onion بالاسم العلمى *Allium cepa* . وكان الجنس *Allium* تابعًا للعائلة الزنبقية Liliaceae، ثم نقل منها إلى العائلة النرجسية Amaryllidaceae، ثم استقر أخيرًا فى عائلة مستحدثة تعرف باسم العائلة الثومية Alliaceae، وهى تضم نحو ٣٠ جنسًا، وتعتبر وسطية بين العائلتين الأخرتين (Purseglove ١٩٧٢).

تتميز نباتات العائلة الثومية باحتواء الزهرة على ٣ بتلات، و ٣ سبلات منفصلة، و ٦ أسدية فى محيطين متساويين، و ٣ كرابل، وقلم واحد للمبيض. تحمل الأزهار فى مجاميع طرفية، ويكون معظم نباتات العائلة عشبيًّا، والأوراق طويلة غير معنقة، والتقليح خلطيًّا بالحشرات .

ويحتل الجنس *Allium* التسلسل التقسيمى التالى (عن Brewster ١٩٩٤):

صف ذوات الفلقة الواحدة Class Monocotyledons .

تحت رتبة الزنبقيات Suborder Liliiforae .

رتبة الأسبرجيات Order Asparagales .

عائلة الثوميات Family Alliaceae .

قبيلة الثوميات Tribe Alliae .

الجنس آليم Genus *Allium* .

ويذكر Stearn (١٩٩٢) أن الجنس *Allium* يتبعه حوالى ٧٥٠ نوعًا نباتيًّا؛ ولـذا .. فإنه يعد أكبر جنس من ذوات الفلقة الواحدة البتلية الأزهار .

وتقع الطرز المزروعة من *A. cepa* فى مجموعتين رئيسيتين، وهما :

١ – مجموعة البصل العادية Common Onion Group : وهى تشمل كل الأصناف الشائعة من البصل سواء أستهلكت أبصالها المكتملة التكوين، أم استعملت كبصل أخضر.

٢ – مجموعة البصل المتجمع Aggregatum Group : وهى تتميز بأن نباتاتها أصغر من البصل العادى، وتنقسم سريعًا لتكون نموات جانبية كثيفة تصبح تجمعًا من الأبصال الصغيرة .

ولمزيد من التفاصيل عن الوضع التقسيمى للبصل وتطوره وتاريخ زراعته، يراجع كل من Hanlet (١٩٩٠)، و Rabinowitch & Brewster (١٩٩٠).

أهم الخضر التى تتبع العائلة الثومية (الثوميات)، والتمييز بينها

نقدم قائمة بالأسماء الإنجليزية والعلمية للبصل، ومحاصيل الخضر الأخرى التابعة للعائلة الثومية، فيما يلى:

الاسم العربى	الاسم الإنجليزى	الاسم العلمى
البصل	Onion	*Allium cepa* L.
الثوم	Garlic	*A. sativum* L.
الكرات أبو شوشة	Leek	*A. ampeloprasum* L. (*A. porrum* سابقاً)
الكرات المصرى	Egyptian leek	*A. kurrat*
الشالوت	Shallot	*A. ascalonicum* L.
الشيف	Chives	*A. schoenoprasum* L.
بصل ولش	Welch onion أو Potato onion أو Multipier onion أو Ever-ready onion	*A. cepa var. aggregatum* G. Don
بصل يابانى أخضر	Japanese bunching	*A. fistulosum* L.
بصل صينى	Rakkyo	*A. chinense* G. Don
شيف صينى	Chinese Chives	*A. tuberosum* Rottl. ex Spreng

ويُمَيَّز البصل عن الثوم، والكرات المصرى، والكرات أبو شوشة (وهى أهم محاصيل الخضر التابعة للعائلة الثومية والشائعة فى الزراعة المصرية) عن طريق مواصفات الأجزاء النباتية المختلفة كما يلى:

١ - الأوراق

أوراق البصل أنبوبية مجوفة. أما أوراق الثوم والكرات المصرى والكرات أبو شوشة، فهى شريطية. وتتميز أوراق الكرات أبو شوشة بأنها عريضة، بينما تكون أوراق الثوم والكرات المصرى ضيقة، ويُميِّز بينهما بالرائحة المميزة لكل منهما .

٢ - الأبصال

أبصال البصل والثوم واضحة ومميزة، وأبصال الكرات أبو شوشة عريضة وغير محددة أما أبصال الكرات المصرى، فتكون صغيرة جدًّا وغير محددة .

٣ - النموات الزهرية

يتميز البصل بأن حامله النورى مجوف ومنتفخ عند القاعدة، وأزهاره بيضاء، بينما نجد فى المحاصيل الأخرى أن الحامل النورى مصمت والأزهار قرنفلية وخصبة فى الكرات أبو شوشة، وقرنفلية وعقيمة فى الثوم، وخضراء أو بنفسجية وخصبة فى الكرات المصرى.

٤ - البذور

بذور البصل كبيرة الحجم نسبيًّا، وقليلة التجاعيد، وبها بروزان متقابلان واضحان. وبذور الكرات أبو شوشة متوسطة الحجم وكثيرة التجاعيد، بينما تكون بذور الكرات المصرى صغيرة الحجم وكثيرة التجاعيد. أما الثوم، فإنه لا يُكَوِّن بذورا .

أما خضر العائلة الثومية الأخرى غير المعروفة فى مصر، فأهمها : بصل ويلز، والشالوت، والشيف، وجميعها ذات أوراق أسطوانية مجوفة، مثل البصل، وتَمَيَّز عن بعضها كما يلى :

١ - بصل ويلز :

البصلة عبارة عن انتفاخ صغير فى قاعدة النبات، والأبصال مفردة، والحامل النورى منتفخ.

٢ - الشالوت :

توجد الأبصال فى مجاميع كثيفة ذات أبصال صغيرة جدًّا، والحامل النورى منتفخ .

٣ - الشيف :

توجد الأبصال فى مجاميع كثيفة ذات أبصال صغيرة جدًّا، والحامل النورى غير منتفخ.

الموطن وتاريخ الزراعة

زرع البصل منذ أكثر من خمسة آلاف عام، ولكنه لايتواجد كنوع برى، ولايعرف له موطن على وجه التحديد. ويعتقد أن بداية زراعته كانت فى تركمنيا، وأوزبكستان، وطاجاكستان، وشمال إيران، وأفغانستان، وباكستان. ويعد كلاً من *A. oschaninii*، و*A. vavilovii* أقرب الأنواع البرية إليه. وينمو النوع الثانى بريًا فى جبال تركمنيا، بينما ينتشر النوع *A. oschainii* فى منطقة أوسع تتضمن جبال طاجاكستان، وأوزبكستان، وشمال أفغانستان. وعلى الرغم من تشابه هذين النوعين مورفولوجيًا مع البصل إلا أن نموهما الخضرى يستمر لمدة ٣-١٠ سنوات قبل أن يصلا إلى مرحلة الإزهار (عن Brewster ١٩٩٤).

ويستدل من النقوش التى وجدت فى مقابر قدماء المصريين - يرجع تاريخها إلى الأسرتين الأولى والثانية (٣٢٠٠-٢٧٨٠ سنة قبل الميلاد) - معرفتهم للبصل واستعمالهم له (Tackholm & Drar ١٩٥٤). وتجدر الإشارة إلى أن البصل قد جاء ذكره فى كل من القرآن والإنجيل، وذلك فى معرض تناولهما لأحداث يعتقد بأنها ترجع إلى نحو ١٥٠٠ سنة قبل الميلاد (Purseglove ١٩٧٢، و Pike ١٩٨٦).

وقد أدخلت زراعة البصل فى أمريكا بعد اكتشافها بفترة قصيرة. ولمزيد من التفاصيل عن تاريخ زراعة البصل .. يراجع Jones & Mann (١٩٦٣).

الاستعمالات، والقيمة الغذائية، والأهمية الطبية والكيميائية

الاستعمالات ومنتجات البصل

يزرع البصل لأعراض متنوعة، فقد يستعمل طازجًا كبصل أخضر، وقد تستعمل أبصاله طازجة، أو مطبوخة، أو كمخللات، أو مع الأغذية المجهزة، أو مجففة، كما يصنع منه ملح البصل وزيت البصل.

وتتوفر أصناف مختلفة تناسب الاستعمال الذى يزرع من أجله المحصول. فمثلاً .. تستعمل أصناف غير حريفة لأجل الاستهلاك الطازج، تكون أبصالها - عادة - كبيرة الحجم تناسب تجهيزها على صورة حلقات. هذا .. بينما تستعمل لأجل التخليل أصناف ذات أبصال صغيرة، كما تستعمل أصناف خاصة لأجل السلطات، وأخرى لأجل إنتاج تجمعات كثيرة من الأبصال الصغيرة .

وتفضل عند تجفيف البصل الأصناف البيضاء ذات النكهة القوية، والمحتوى العالي من المادة الجافة التى تصل إلى ١٧-٢٠٪ بدلاً من النسبة العادية التى تتراوح بين ١٠٪ و١٢٪. كذلك الأبصال الكروية، أو الكروية الطويلة قليلاً ليسهل تشذيبها، وأن يتراوح قطرها بين ٥سم و٦سم ، وأن تكون ذا قدرة تخزينية عالية. ومن أهم أصناف التجفيف هوايت كريول White Creole ، وسوث بورت هوايت جلوب Southport White Globe، وجرانو Grano. هذا .. ويعرف مالايقل عن أثنى عشر نوعًا من منتجات البصل المجفف، منها : المسحوق، والمبرغل، والخشن، والمطحون، والمبشور بدرجاته المختلفة، والشرائح، والمقطع ... إلخ.

ويحتوى كل ١٠٠ جم من البصل المجفف على ٥ جم رطوبة، و ٣٤٧ سعرًا حراريًا، و١٠,١ جم بروتينًا، و ١,١ جم دهونًا، و ٨٠,٧ جم مواد كربوهيدراتية، و ٥,٧ جم ألياف، و٣,٢ جم رمادًا، و ٣٦٣ مجم كالسيوم، و ٣ جم حديدًا، و ١٢٢ مجم مغنيسيوم، و٣٤٠ مجم فوسفورًا، و ٩٤٣ مجم بوتاسيوم، و٥٤ مجم صوديوم، وملليجرامين زنك، بالإضافة إلى ١٥ مجم حامض أسكوربيك .

ويُحضّر ملح البصل onion salt، وذلك بتحميل ونشر الزيوت الأساسية للبصل على مادة حاملة مناسبة، مثل الدكستروز، أو السكر، أو الملح، مع خلطهما جيدًا للحصول على مخلوط متجانس. ويحتوى كل ١٠٠ جم من ملح البصل على نحو ١,٣ جم رطوبة، و٢,٥ جم بروتينًا، و ٠,٣ جم دهونًا، و ٢٠,٢ جم مواد كربوهيدراتية، و ١,٤ جم ألياف، و ٧٥,٦ مجم رمادًا يضم مختلف العناصر .

ويُحصَل على زيت البصل بتقطير البصل المفروم، وتتراوح نسبته بين ٠,٠٠٢٪ و٠,٠٣٪ من البصل الطازج. ويوازى الجرام الواحد من زيت البصل - فى قوته فى إعطاء النكهة المميزة للبصل - ٤,٤ كجم من البصل الطازج، أو نحو ٥٠٠ جم من مسحوق البصل. ويستعمل زيت البصل فى بعض الصناعات الغذائية.

ويُحصل على عصير البصل من البصل الطازج بعد تسخينه إلى حرارة ١٤٠° إلى ١٦٠°م لفترة قصيرة جدًا، ثم تبريده سريعًا إلى ٤٠°م، ويلى ذلك تركيز المستخلص إلى أن يصل محتواه من المواد الصلبة الذائبة الكلية إلى ٧٢-٧٥٪ ليمكن حفظه من التلف بسهولة. ويحتوى العصير على كل مكونات النكهة والطعم المميزين للبصل، بعكس زيت البصل الذى قد يُفقد منه بعض المواد الطيارة أثناء عملية التقطير. وتبلغ قوة عصير البصل -فى إعطاء النكهة المميزة للبصل - ١٠ أضعاف قوة مسحوق البصل، ونحو ١٠٠ ضعف قوة البصل الطازج .

ولمزيد من التفاصيل عن مختلف منتجات البصل التى تجهّز صناعيًا، وطرق تصنيعها، وخصائصها ... يراجع Fenwick & Hanley (١٩٩٠ أ).

القيمة الغذائية

يوضح جدول (١-١) كميات العناصر الغذائية التى توجد فى ١٠٠ جم من الجزء المستخدم فى الغذاء من كل من البصل الجاف والبصل الأخضر، علمًا بأن نسبة الفاقد تصل إلى حوالى ٩٪ للحراشيف، و ٤٪ للجذور (عن Watt & Merrill ١٩٦٣ ، و Fenwick & Hanley ١٩٩٠ب). ويتضح من الجدول كذلك أن بصل الرؤوس يعد متوسطًا فى محتواه من المواد الكربوهيدراتية، وعنصر الكالسيوم، إلا أنه فقير فى باقى العناصر الغذائية. أما البصل الأخضر، فإنه غنى فى عنصر الكالسيوم، ومتوسط فى محتواه من كل من المواد الكربوهيدراتية، والحديد، والثيامين، وفيتامين أ، والريبوفلافين، وحامض الأسكوربيك (فيتامين جـ)، ولكنه فقير فى باقى العناصر الغذائية.

الأهمية الطبية والكيميائية

للبصل مزايا واستعمالات علاجية وطبية عديدة، منها أنه مضاد لتكاثر البكتيريا فى الأغذية (مثل الكفتة) وفى القناة الهضمية، ويرجع ذلك إلى فعل المركبات التى من طراز الأليسين allicin-type compounds، حيث تتفاعل الأليسينات allicins ، والمركبات ثنائية الكبريت disulfides مع مركبات الثيول thiol (SH)، مثل السيستين cystein ، لتمنع دخولها فى تركيب البروتينات، كما يلى :

$$\underset{\text{allicins}}{R_1 - \underset{\underset{O}{|}}{S} - - S - - R_2} + \underset{\text{thiols}}{2R_3SH} \rightarrow \underset{\text{mixed disulfides}}{R_1\text{-}S\text{-}S - - R_3 + R_2 - S - S - - R_3} + H_2O$$

$$R_1 - S - S - - R_2 + R_3SH \rightarrow R_1 - S - S - - R_3 + R_2SH$$

وتؤدى تفاعلات كهذه إلى منع نمو الخلايا البكترية (Augusti ١٩٩٠). وفضلاً عن تأثير هذه المركبات كمضادات بكتيرية تفيد الإنسان، فقد وجد أن مستخلصات البصل – وكذلك الثوم – تمنع نمو، أو توقف نمو أكثر من ٨٠ نوعًا من الفطريات الممرضة للنبات، إلا أن آفات البصل ومسبباته المرضية لاتتأثر بهذه المركبات، بل – على العكس – تنجذب لها ويزداد نشاطها عند تواجدها (عن Brewster ١٩٩٤).

جدول (١-١) : كميات العناصر التى تتوفر فى ١٠٠ جم من كل من البصل الجاف (بصل الرؤوس)، والبصل الأخضر .

العنصر الغذائى	البصل الجاف	البصل الأخضر
الرطوبة (جم)	٨٩,١	٨٩,٤
السعرات الحراية	٣٨	٣٦
البروتين (جم)	١,٥	١,٥
الدهون (جم)	٠,١	٠,٢
الكربوهيدرات الكلية (جم)	٨,٧	٨,٢
الألياف (مجم)	٠,٦	١,٠
الرماد (مجم)	٠,٦	٠,٧
الكالسيوم (مجم)	٢٧	٥١
الفوسفور (مجم)	٣٦	٣٩
الحديد (مجم)	٠,٥	١
الصوديوم (جم)	١٠	٥
البوتاسيوم (جم)	١٥٧	٢٣١
المغنيسيوم (مجم)	١٢	--
فيتامين أ (وحدة دولية)	آثار	٢٠٠٠
فيتامين د (مجم)	صفر	صفر
الثيامين (مجم)	٠,٣	٠,٠٦
الريبوفلافين (مجم)	٠,٠٥	٠,١١
حامض النيكوتنك (مجم)	٠,٢	٠,٥
حامض الأسكوربيك (مجم)	١٠	٢٩
فيتامين E (مجم)	آثار	--
فيتامين B_6 (مجم)	٠,١	--
فيتامين B_{12} (مجم)	صفر	--
حامض الفوليك (ميكروجرام)	١٦	--
البيوتين (ميكروجرام)	٠,٩	--
حامض البانتوثنيك (مجم)	٠,١٤	--
الرتينول Retinol (ميكروجرام)	--	٢٥
الأحماض الأمينية (بالمليجرام لكل منها)		
أيزوليوسين	٢,٥	--

تابع جدول (١-١).

العنصر الغذائى	البصل الجاف	البصل الأخضر
ليوسين	٧,٩	--
ليسين	١٠,٥	--
مثيونين	٠,٥	--
فنيل آلانين	٨,٩	--
تيروزين	١٦,٢	--
ثريونين	١٥٤	--
تربتوفان	آثار	--
فالين	٦,٥	--
أرجنين	١٤٤,٢	--
هستيدين	١١,٦	--
آلانين	٦,١	--
حامض أسبرتك + حامض جلوتامك	٣٩١	--
جليسين	--	--
برولتين	٢,٨	--
سيرين	١٦,٦	--

كذلك يفيد البصل فى خفض تركيز السكر فى الدم، وخفض الكوليسترول، وخفض تجمع الدم وتكوين الجلطات (Goldman ١٩٩٦). وكثير من الفوائد الأخرى التى تخرج تفاصيلها عن أهداف هذا الكتاب، والتى يمكن الرجوع إليها فى Augusti (١٩٩٠).

ويعتبر محتوى البصل من الكورستين quercetin ذات أهمية طبية خاصة، إذ أنه من أهم المركبات الفلافونية flavonoids التى توجد فى البصل. تستعمل المركبات الفلافونية فى علاج بعض الأمراض، وخاصة السرطان، وللكورستين أهمية بالغة كمركب مضاد للأكسدة ومضاد للسرطان. والفلافونات مجموعة كبيرة جدًا من المركبات التى تشترك فى احتوائها على نواة فلافونية flavone nucleus تتركب من حلقات بنزينية مرتبطة من خلال حلقة بيرين heterocylic pyrine ring . ويرجع أصل الاسم كورستين إلى النبات كوركس *Quercus*. ويتوفر الكورستين – كذلك – إلى جانب البصل – فى كل من الشاى، والبن، والحبوب النجيلية، وعديد من الفاكهة والخضر .

وقد وجد أن مستوى البصل من الكورستين الكلى ينخفض تدريجيًا من الحراشيف الخارجية الجافة بالاتجاه نحو الحلقات الداخلية. ووجد أعلى تركيز للكورستين فى الحراشيف الخارجية الجافة للصنف ردبون Red Bone (٣٠,٦٦ جم/كجم وزن جاف)، بينما احتوى الصنف كونتسّا Contessa على أقل تركيز (٠,٠٩٤ جم/كحم وزن جاف). كذلك وجد تباين مماثل فى محتوى الأبصال من الكورستين الحر الذى بلغ أعلى تركيز له (٢٠,٦٤ جم/كجم وزن جاف) فى الحراشيف الخارجية الجافة للصنف كونتسا (Patil & Pike ١٩٩٥).

ووجد أن محتوى الأبصال من الكورستين الجلوكوسيدى فى أصناف البصل الصفراء، والوردية، والحمراء يتراوح بين ٥٤ و ٢٨٦ مجم/كجم من الأبصال الطازجة، بينما لم توجد سوى آثار من المركب فى أصناف البصل البيضاء. وبالمقارنة كان تركيز الكورستين الحر منخفضًا فى جميع الأصناف المختبرة حيث لم يزد عن ٠,٤ مجم/كجم، باستثناء صنف واحد – هو 20272-G بلغ تركيز الكورستين الحر فى أبصال ١٢,٥ مجم/كجم من الوزن الطازج.

وأدى تخزين الأبصال فى الجو العادى – وخاصة على ٢٤°م مقارنة بتخزينها على ٥ أو ٣٠°م – إلى إحداث زيادة كبيرة فى محتواها من الكورستين بلغت أقصاها بعد نحو ثلاثة شهور من التخزين، أعقبها نقص فى محتوى الكورستين استمر حتى نهاية فترة التخزين التى دامت خمسة شهور. أما التخزين فى الجو المتحكم فى مكوناته من الأكسجين وثانى أكسيد الكربون فلم يؤثر على محتوى الأبصال من الكورستين بعد خمسة شهور من التخزين (Patil وآخرون ١٩٩٥ أ).

كما وجد أن محتوى أبصال البصل من الكورستين يتأثر كثيرًا بمنطقة الإنتاج، وبدرجة أقل بكل من نوع التربة ومرحلة النمو، حيث يزداد المحتوى قليلاً بتقدم النضج (Patil وآخرون ١٩٩٥ ب).

ويختبر الباحثون نظرية افتراضية مؤداها أن المركبات الكبريتية التى تتوفر فى البصل وغيره من نباتات الجنس *Allium* تتفاعل فى الكبد لتنشيط الإنزيمات المخلِّصة من السموم Detoxification enzymes ؛ الأمر الذى يحمى الدنا (DNA) من مهاجمة المركبات المحدثة للسرطان (ASHS Newsletter – المجلد ١٤ – العدد الخامس – مايو ١٩٩٨).

وعلى الرغم من الأهمية الطبية للبصل، إلا أن الاعتماد على البصل فقط فى الغذاء لعدة أيام يؤدى إلى تحطم خلايا الدم الحمراء والتسمم. وقد حدثت حالات تسمم من هذا النوع فى الماشية التى احتوى علفها على كميات كبيرة من البصل (Kingsbury ١٩٦٣).

كما قد تصاب الأبصال ومنتجات البصل بعديد من الأعفان التى قد يكون من بينها فطريات منتجة للأفلاتوكسينات المسببة للسرطان.

وفى دراسة على التلوث الميكروبى خلال مختلف مراحل تجفيف البصل فى أحد المصانع فى سوهاج وجد Zohri وآخرون (١٩٩٢) تلوثًا عاليًا بعديد من الفطريات فى المراحل الأولى من التجفيف، ولكنه تناقص تدريجيًا إلى أن اختفى تمامًا فى المرحلة النهائية (العاشرة) وقبل النهائية من عملية التجفيف. وقد عزل الباحثون ١٥ نوعًا من الفطريات تنتمى إلى ٧ أجناس، كان من بينها *Aspergillus niger* ، و *A. flavus*، و *A. terreus*، و *Penicillium chrysogenum*. ووجدت الأفلاتوكسينات ابتداءً من المرحلة الأولى للتجفيف – بتركيز ١٢٠ ميكروجرامًا لكل كيلوجرام – حتى المرحلة الثامنة – بتركيز ٢٠ ميكروجرامًا لكل كيلو جرام – ولكنها اختفت تمامًا فى المرحلتين التاسعة والعاشرة للتجفيف .

ويعتبر البصل مصدرًا جيدًا للمركبات البكتينية التى تتوفر فى قشوره الجافة بنسبة تتراوح بين ١٠ و ٣٣٪ حسب الصنف. كما يحتوى البصل الأحمر على ثمانية أنواع من الصبغات الأنثوسيانينية. وتتوفر فى البصل عديد من المركبات الفلافونية، والتى من أهمها مركب الكورستين Quercetin الذى عزل فى بداية الأمر من قشور البصل الصفراء، ولكنه وجد بعد ذلك فى أوراق البصل. وهو يوجد فى القشور الجافة فى صورة حرة ولكنه يرتبط بالسكريات فى أنسجة البشرة بالأوراق. ويتراوح محتوى قشور الأبصال الملونة من الكورستين بين ٢,٥ و ٦,٥٪ على أساس الوزن الجاف، بينما لايزيد محتوى قشور الأبصال البيضاء عن مللجرامًا واحدً لكل ١٠٠ جرام من الوزن الجاف .

كذلك تحتوى قشور الأبصال الملونة على عديد من المراكبات الفنيولية، والتى منها : حامض بروتوكاتيكوك Protocatechuic acid ، و فلوروجلوسينول Phloroglucinol ، وبيروكاتيكول Pyrocatechol وغيرهم .

ولمزيد من التفاصيل عن مختلف المركبات الكيميائية التى توجد فى نباتات البصل – وخاصة فى الأبصال – يراجع Fenwick & Hanley (١٩٩٠ ب).

الأهمية الاقتصادية

الإنتاج العالمى

قُدِّرَ الإنتاج العالمى من بصل الرؤوس عام ١٩٩٦ بنحو ٣٥٦٤٤٠٠٠ طن مترى،

بينما بلغت المساحة المزروعة نحو ٢٢٠٤٠٠٠ هكتار (الهكتار = ١٠٠٠٠ مترًا مربعًا = ٢,٣٨ فدان)، وكان متوسط إنتاج الهكتار نحو ١٦,١٧٤ طنًّا (أى نحو ٦,٨ طنًّا للفدان). ويبيّن جدول (١-٢) مقارنة بين الدول العربية وبعض الدول والمناطق الجغرافية المتميزة فى إجمالى المساحة المزروعة، أو فى متوسط محصول الهكتار، أو فى كليهما (عن FAO ١٩٩٦). ويتضح من الجدول أن مصر تحتل مكانة عالية بين دول العالم فى كل من المساحة المزروعة ومتوسط محصول الهكتار من البصل .

الإنتاج المحلى

يأتى البصل فى المرتبة الثالثة بعد الطماطم والبطاطس من حيث المساحة المزروعة فى مصر. وقد بلغت المساحة الإجمالية المزروعة بالبصل (الجاف والأخضر منفردًا ومحملاً) نحو ١٤٢٩٥٤ فدان (الفدان = ٤٢٠٠ مترًا مربعًا = ١,٠٣٨ أيكر) عام ١٩٩٧، بينما بلغت المساحة الإجمالية المزروعة بالخضر - متضمنة البصل - نحو ١٥٦٥٩٠٤ فدان. ويُبينِّ جدول (١-٣) توزيع المساحة المزروعة بكل من البصل الجاف، والبصل الأخضر عام ١٩٩٧ على العروات الثلاث الشتوية والصيفية والخريفية، ومتوسط محصول الفدان، وإجمالى الإنتاج، مع بيان ما إذا كان البصل مزروعًا منفردًا أم محمّلاً. ويتضح من الجدول أن البصل الجاف يحتل نحو ٩٩,٥٪ من المساحة المزروعة بالبصل. وبينما زرعت حوالى ٤٣٪، و ٥٧٪ من إجمالى مساحة البصل بالبصل الجاف المنفرد والمحمل على التوالى، نجد أن محصول الفدان من البصل المحمل بلغ نحو ٦٤٪ فقط من متوسط محصول الفدان من البصل المنفرد. أما المساحة المزروعة بالبصل الأخضر، فبلغت نحو ٠,٠٥٪ من إجمالى المساحة المزروعة بالبصل. ويلاحظ من الجدول كذلك توزيع المساحة المزروعة بالبصل بين العروات الشتوية، والصيفية، والخريفية (البصل المقوّر) بنسبة ٥٣٪ ، و٣٨٪، و ٩٪ على التوالى (الإدارة المركزية للاقتصاد الزراعى ١٩٩٨). وتجدر الإشارة إلى أن البصل المحمل يزرع مع غيره من المحاصيل، وخاصة القطن. ويزرع المحصول الشتوى من أغسطس إلى أبريل، والصيفى من نوفمبر إلى يونية. أما المحصول الخريفى، فيزرع من أغسطس إلى يناير، ويعرف بالبصل المقوّر.

تعتبر العروة الشتوية أهم العروات الإنتاجية، وذلك لأنها عروة التصدير الرئيسية، وهى تتميز بنضج محصولها مبكرًا ؛ مما يسمح بتصديره إلى الأسواق الأوروبية فى فترات لاينفاسه فيها البصل المصدر من الدول الأخرى المنافسة ؛ ولذا يمكن الاستفادة من الأسعار المرتفعة

جدول (١-٢) : مقارنة بين الدول العربية وبعض الدول الأجنبية فى إجمالى المساحة المزروعة ومتوسط محصول الهكتار من البصل عام ١٩٩٦ (FAO ١٩٩٦).

الدولة	المساحة المزروعة (بالألف هكتار)	المحصول (طن/هكتار)
العالم	٢٢٠٤	١٦,٤٨٤
أفريقيا	١٧٦	١٢,٨٢٠
الجزائر	٢٥	١٢,٣٠٩
مصر	١٩	٢٣,٢٠٨
ليبيا	٥	١٦,٥٥٦
المغرب	١٨	٢٠,٠٠٠
السودان	١٢	٦,٦٩٤
تونس	٩	١٠,٥٨٨
أمريكا الشمالية	٨٦	٣٦,٨٩٥
كندا	٥	٣٨,٥٩٢
الولايات المتحدة	٦٥	٤٢,٩٦٥
أمريكا الجنوبية	١٤٩	١٦,٣١٢
الأرجنتين	٢٣	٢٠,٠٠٠
البرازيل	٧٥	١٢,٦٣٥
شيلى	١١	٣٦,٢٢٠
آسيا	١٣٦٢	١٥,٦٧٣
البحرين	—	٢٧,٠٨٣
الصين	٣٨٦	٢١,٣٣٥
قطاع غزة	—	٢٥,٠٠٠
الهند	٣٨٤	١٠,٥٥٧
إندونيسيا	٧٧	٨,٠٧٣
إيران	٤٣	٢٧,٩٠٧
العراق	٨	٨,٧٥٠
اليابان	٣٠	٤٢,٦٠٠
الأردن	٥	١٧,٤٧٩
كوريا الجنوبية	١٠	٥٩,٣٧٥
الكويت	١	٣٦,٣٦٤
لبنان	٤	١٨,٠٠٠

تابع جدول (١-٢).

الدولة	المساحة المزروعة (بالألف هكتار)	المحصول (طن/هكتار)
باكستان	٧٦	١٤,٢٣٧
قطر	--	٢٦,١٥٤
المملكة العربية السعودية	١٨	١٤,٢٨٦
سوريا	٦	١٩,٣٣٣
تركيا	٩٨	١٩,٣٨٨
أوروبا	٤٢٦	١٤,٧٥٥
النمسا	٢	٣٨,٦٦٧
بلغاريا	٢١	٧,٢٥٢
الدانمرك	١	٣٥,٨٣٣
فرنسا	٨	٣٦,٥٣٩
ألمانيا	٧	٤٠,٤٢٦
إيطاليا	١٦	٢٨,٠٧٧
هولندا	١٦	٣٩,١٣٠
بولندا	٣٥	١٧,٣٤٣
رومانيا	٣٥	١٠,٤٩٣
روسيا	٩٠	٧,٧٧٨
إسبانيا	٢٨	٣٥,٨٢٦
المملكة المتحدة	٧	٣٥,٧٥٩
أوكرانيا	٧٠	٧,١٤٣
يوغسلافيا	٢٥	٥,٢٠٠
أستراليا	٥	٤٤,٧٤١

التى تسود هذه الأسواق حينئذ. وقد بلغت المساحة المزروعة بالبصل الشتوى المنفرد فى عام ١٩٩٧ حوالى ٣٦٤٧٨ فدانا، وهى مساحة تقل كثيرًا عما كانت عليه الحال فى الماضى البعيد، ويرجع ذلك إلى تناقص المساحة التى تزرع بهذا المحصول فى مناطق التصدير الرئيسية التقليدية فى محافظات مصر الوسطى ومصر العليا، وهى: الفيوم، والمنيا، وأسيوط، وسوهاج. وقد تحسّن الوضع قليلاً فى العقد الأخير حيث ازدادت مساحة البصل الشتوى المنفرد خلاله بنحو ١٥ ألف فدانا. وقد كانت القليوبية وأسيوط أعلى المحافظات فى متوسط محصول الفدان من البصل المنفرد فى هذه العروة (١٣,٦ طنًّا)، تلتها سوهاج (١٣,١ طنًّا)، ثم الفيوم (١٣,٠ طنًّا)،

فالغربية (١٢,٣ طنًا). هذا .. بينما كان المتوسط العام لإنتاج الفدان فى هذه العروة ١٠,٩ طنًا، وتراوح من ٩,١ طن فى محافظات الصحارى والأراضى الجديدة إلى ٩,٩ طنًا فى مصر الوسطى، و ١١,٦ طنًا فى الوجه البحرى، و ١٢,٨ طنًا فى مصر العليا .

أما المساحة التى زرعت من بصل الرؤوس الشتوى المحمل عام ١٩٩٧، فقد بلغت نحو ٨٤٪، و ١٥٪، و ١,٠٪ من المساحة الكلية من البصل الشتوى بكل من الوجه البحرى، ومصر الوسطى، ومصر العليا على الترتيب. وقد ازدادت إنتاجية بصل الرؤوس من هذه العروة فى السنوات الأخيرة. وتقع محافظة الغربية فى المرتبة الأولى، حيث أنتجت نحو ٧١٪، بينما أنتجت محافظتا بنى سويف والبحيرة نحو ١١٪، و ٦٪ من جملة إنتاج البصل الشتوى المحمل على مستوى الدولة عام ١٩٩٧.

جدول (١-٣) : المساحة المزروعة بالبصل، ومتوسط محصول الفدان فى العروات الثلاث الشتوية، والصيفية، والخريفية فى مصر عام ١٩٩٧.

المحصول	العروة الشتوية		العروة الصيفية		العروة الخريفية		إجمالى العروات	
	المساحة (فدان)	المتوسط (طن/فدان)	المساحة (فدان)	المتوسط (طن/فدان)	المساحة (فدان)	المتوسط (طن/فدان)	المساحة (فدان)	المتوسط (طن/فدان
البصل الجاف								
منفرد	٣٦٤٧٨	١٠,٩	١١٨٢٤	٨,٥	١٢٩٧٤	١١,٧	٦١٢٧٦	١٠,٦
محمل	٣٨٣٨٧	٧,٩٧	٤٢٥٦٨	٥,٧	--	--	٨٠٩٥٥	٦,٨
المجموع	٧٤٨٦٥	--	٥٤٣٩٢	--	١٢٩٧٤	--	١٤٢٢٣١	٨,٤
البصل الأخضر	٦٠٣	٧,٢	--	--	١٢٠	٩,٢	٧٢٣	٧,٥

وتتركز زراعة البصل الصيفى فى محافظات الوجه البحرى والجيزة فى زراعات منفردة أو محملة على القطن، ويستخدم فى زراعتها صنف البصل ((البحيرى))، ويخصص إنتاجها للاستهلاك المحلى، وتتركز زراعة البصل الصيفى المنفرد فى محافظات الجيزة والقليوبية والشرقية والدقهلية وكذلك فى النوبارية، حيث بلغت نسبة المساحة المزروعة فيها ٢٤٪، و١٢٪، و ١٢٪، ١٠٪، و ١١٪ من إجمالى الجمهورية لكل منها على التوالى عام ١٩٩٧. وتعتبر هذه المحافظات كذلك أعلى المحافظات فى متوسط محصول الفدان من البصل الصيفى

المنفرد، حيث بلغ ١٢,٧ طن للفدان فى القليوبية، و ٨,٤ طن فى الجيزة، و ٩,٤ طن فى الدقهلية عام ١٩٩٧. وقد ازداد إجمالى إنتاج الدولة من البصل الصيفى المنفرد عام ١٩٩٧، ويرجع ذلك أساسًا إلى زيادة المساحة المزروعة، وقد ازدادت كذلك المساحة التى زرعت بالبصل الصيفى المحمل عام ١٩٩٧. وتراوح متوسط محصول الفدان من هذا المحصول من ٤,٨ طن للفدان فى محافظة الشرقية إلى ٦,٨ طن فى محافظة القليوبية، وكانت المحافظتان التاليتان فى الترتيب هما: البحيرة، والمنوفية، حيث بلغ متوسط إنتاج الفدان فيما ٦,١، و ٥,٠ طن على التوالى .

أما البصل الخريفى (النيلى أو المقوّر)، فتتركز زراعته فى مصر الوسطى ومصر العليا. وتعتبر محافظة أسيوط هى المحافظة الأولى من حيث المساحة المزروعة فى هذه العروة، حيث بلغت ٤٤٪، وتلتها محافظتا المنيا وسوهاج بنسبة ٤١٪، و ١,٥٪ لكل منهما على الترتيب، كما زرع بالنوبارية ١٠٪ من جملة مساحة البصل المقوَّر عام ١٩٩٧. وقد تراوح متوسط إنتاج الفدان فى هذه العروة من ٤,٧ طن فى النوبارية إلى ١٦ طن فى أسيوط، وكانت محافظتا سوهاج والمنيا فى المرتبتين الثانية والثالثة، بمتوسط قدره ١٥,٤، و ٨,٨ طن للفدان على التوالى، كما كان ترتيب المحافظات من حيث إجمالى الإنتاجية من البصل المقوّر عام ١٩٩٧ هى نفس ترتيبها من حيث المساحة المزروعة (الإدارة المركزية للاقتصاد الزراعى- وزارة الزراعة ١٩٩٧).

وعلى الرغم من صغر المساحة المزروعة بالبصل المقوَّر، إلا أنها أصبحت أكثر مما كانت عليه فى السنوات السابقة، وذلك بسبب انتشار الإصابة بمرض العفن الأبيض فى محافظات المنيا وأسيوط وسوهاج، مما جعل المزارعون يقومون بزراعة البصل المقوَّر للحصول على محصول مبكر. وهم يستخدمون فى الزراعة الأبصال العادية بعد تقويرها (قطعها عرضيًّا لتشجيع تفصيصها إلى أجزاء صغيرة).وتكون صفات هذا المحصول رديئة، حيث توجد به نسبة عالية من الأبصال النقضة (المزدوجة والحنبوط).

التصدير

كانت مصر فى الستينيات من أوائل الدول المصدرة للبصل فى العالم، كما كان متوسط المحصول المُصدّر لايقل عن ١٦٠ ألف طن سنويًا، ووصلت الكمية المصدرة إلى ٢٠٠ ألف طن، وكان التصدير أساسًا لدول غرب أوروبا من البصل العالى الجودة. واحتل البصل المرتبة الثانية أو الثالثة بعد محصول القطن والأرز من حيث العائد النقدى الأجنبى حتى

السبعينيات، ولكن نظرًا لظروف مختلفة، من أهمها تحويل زراعته من البعلية إلى المسقاوية فى محافظات الوجه القبلى المخصصة للتصدير، فقد قل محصوله، وساءت صفاته، وتأخر نضجه بسبب عدم خبرة المزارعين فى هذه المناطق بطريقة الزراعة المسقاوية، ولانتشار مرض العفن الأبيض فيها بسبب اتباع نظام الرى المستديم. وقد أدى ذلك إلى نقص مساحات البصل المخصصة للتصدير، وبالتالى انخفاض صادراته، وضعفت منافسته للمحصول المّصدّر من الدول الأخرى، علاوة على تأخير نضجه، وزيادة تكاليف إنتاجه لارتفاع أجور العُمَّال كثيرًا فى السنوات الأخيرة .

وقد أدى انتشار مرض العفن الأبيض فى محافظات التصدير، وهى بنى سويف، والمنيا، وأسيوط، وسوهاج، وقنا إلى نقص المساحة المزروعة بشكل واضح. وترجع خطورة هذا المرض إلى طول الفترة التى تعيشها الأجسام الحجرية للفطر المسبب للمرض فى التربة حتى فى غياب البصل، والنباتات الأخرى التابعة للجنس *Allium* ، فمثلاً .. تناقصت مساحة البصل الشتوى فى محافظة سوهاج من نحو ١٤٠٠٠ فدان فى عام ١٩٧٢ إلى نحو ١٩٠٠ فدان فى عام ١٩٩٧، وفى محافظة المنيا من نحو ٣٢٠٠ فدان إلى ١٥٠٠ فدان خلال نفس الفترة .

كذلك ازدادت تكاليف إنتاج الفدان من البصل الشتوى الفتيل زيادة كبيرة خلال الفترة ذاتها.

وكان للعوامل السابقة انعكاساتها على كمية البصل المُصدّر، فقد كانت مصر تحتل المرتبة الأولى بين دول العالم المصدرة للبصل فى الستينيات، ثم تراجع ترتيبها فأصبحت السادسة بعد هولندا، وإسبانيا، وإيطاليا، والهند، والولايات المتحدة فى بداية الثمانينيات، حيث بلغ متوسط الكمية المصدرة من البصل آنذاك حوالى ٣٠ ألف طن سنويًا. وقد استمرت الكمية المصدرة فى الانخفاض حيث بلغت ٢٤,٧ ألف طن كمتوسط سنوى للفترة من ١٩٨٠-١٩٨٥ بأهمية نسبية تمثل ٢,١٤٪ من الصادرات العالمية للبصل. وأصبح البصل المصرى يمثل المركز الثانى عشر فى الأسواق العالمية، بينما تمثل كل من هولندا، وإسبانيا، والهند، والولايات المتحدة المراكز الأربعة الأولى على التوالى .

وقد بذلت خلال العقدين الأخيرين محاولات جادة ومكثفة بهدف زيادة كمية البصل الصالح للتصدير فى الوقت المناسب للتصدير، وقد آتت هذه المحاولات ثمارها، وحدثت

زيادات ملموسة فى صادرات مصر من البصل منذ عام ١٩٨٦، على الرغم من زيادة الكميات المستهلكة منه محليًا بسبب الزيادة المطردة فى عدد السكان.

كذلك شهدت الآونة الأخيرة زيادة ملموسة فى الكميات المصدرة من البصل الأخضر .

معدلات الاستهلاك

يبلغ معدل الاستهلاك السنوى للفرد من البصل فى مصر نحو ١٨ كجم، ويتساوى فى ذلك مع معدل استهلاك الفرد فى أمريكا الجنوبية، ولكنه يزيد كثيرًا عن معدلات استهلاك البصل فى مناطق أخرى من العالم، والتى تتراوح من ٧-٨ كجم للفرد سنويًّا (مرسى وآخرون ١٩٧٣)، وتنخفض فى الولايات المتحدة إلى نحو ٥,٥ كجم سنويًّا (Seelig ١٩٧٤).

الفصل الثانى

الوصف النباتى

البصل نبات عشبى ذو حولين، يعطى نموه الخضرى والجزء الذى يزرع من أجله المحصول - وهو البصلة - فى موسم النمو الأول، ثم يكمل النبات نموه، وينتج الأزهار والثمار والبذور فى موسم النمو الثانى. وقد تناول DeMason (١٩٩٠) موضوع الوصف المورفولوجى والتشريحى للبصل بالتفصيل .

الجذور

تعطى بذرة البصل بعد إنباتها بادرة ذات جذر أولى يصل طوله إلى ٧-١٠ سم بعد نحو ١٠ أيام من زراعة البذرة، ثم يتوقف نمو الجذر الأولى بعد ذلك تقريبًا، ويظل غير متفرع، ويموت فى خلال أسابيع قليلة بينما تبدأ الجذور العرضية فى التكوين، وهى التى تشكل المجموع الجذرى الأساسى لنبات البصل. وتبدأ الجذور العرضية فى التكوين أعلى منطقة الشعيرات الجذرية للسويقة الجنينية السفلى، ثم يستمر تكوينها بعد ذلك من بيريسكيل الساق قريبًا جدًّا من القمة النامية خلال كل مراحل النمو النباتى. وهى تخترق قشرة الساق القرصية أثناء نموها لكى تتجه إلى أسفل .

تعتبر جذور البصل قليلة الانتشار رأسيًّا وأفقيًّا، كما أنها قليلة التفريع، ويتكون المجموع الجذرى لكل نبات من ٢٠-٢٠٠ جذر ليفى، تكون بيضاء ولامعة، ويبلغ سمكها حوالى ملليمترًا واحدًا. تنتشر بعض هذه الجذور تحت سطح التربة مباشرة لمسافة ٣٠-٤٥ سم فى كل الاتجاهات، وذلك قبل أن تتجه فى نموها إلى أسفل. وعلى الرغم من أن بعض الجذور قد تتعمق لمسافة ٩٠ سم، إلا أن أغلب الجذور لاتتعمق لأكثر من ٤٥ سم، ولاتتعمق الغالبية العظمى من الجذور لأكثر من ١٥-٢٠سم. أما الأفرع الجذرية فهى - على قلتها - تكون قصيرة ولاتتفرع بدورها .

ومع استمرار تكوين ونمو البصلة تموت الجذور الكبيرة، الموجودة فى الوسط، وتحل محلها جذور جديدة حول الجذور القديمة، وتخرج هذه الجذور باستمرار من الساق

القرصية على مستوى أعلى قليلاً من المستوى الذى تكونت منه الجذور الأولـــى. وتشـــق الجذور الجديدة طريقها غالبًا من خلال قواعد الأوراق .

وعلى الرغم من أن جذور البصل رفيعة إلا أنها تُعَدُّ سميكة بالنســـبة لطولـــها، وذلـــك مقارنة بالأنواع النباتية الأخرى من غير الجنـــس *Allium* . كذلـــك لاتتكـــون الشعـــيرات الجذرية على جذور البصل إذا كان نمو النباتات تحت الظروف الطبيعية فى التربة، أو فـــى المحاليل المغذية، ولكن الشعيرات الجذرية تتكون عندما يكون نمو الجذور فى هواءٍ رطبٍ.

ويُقدَّر الطول الكلى للنمو الجذرى لمحصول من البصل تحت ظروف الحقـــل بالمعادلـــة التالية :

$$\ln L = 3.40 + 1.50 \ln W - 0.035 T$$

حيث أن :

L = الطول الكلى للنمو الجذرى فى وحدة المساحة من سطح التربة بالكيلومتر/متر مربع .

W = الوزن الجاف للنمو الخضرى للمحصول بالطن/هكتار .

T = الوقت من الزراعة باليوم .

هذا علمًا بأن لوغاريتم كثافة الجذور (أطوال النموات الجذرية بالســـنتميتر/ســـم^{٣} مـــن التربة) تنخفض خطيًّا مع التعمق فى التربة، ويكون نحو ٩٠٪ من الطـــول الكلـــى للنمـــو الجذرى فى الثمانية عشر سنتميترًا العلوية من التربة طوال موسم النمو، وذلك على خلاف معظم المحاصيل الأخرى التى يزداد فيها العمق الذى يحتوى على ٩٠٪ من النمو الجـــذرى مع زيادة الطول الكلى للجذور (Brewster ١٩٩٠).

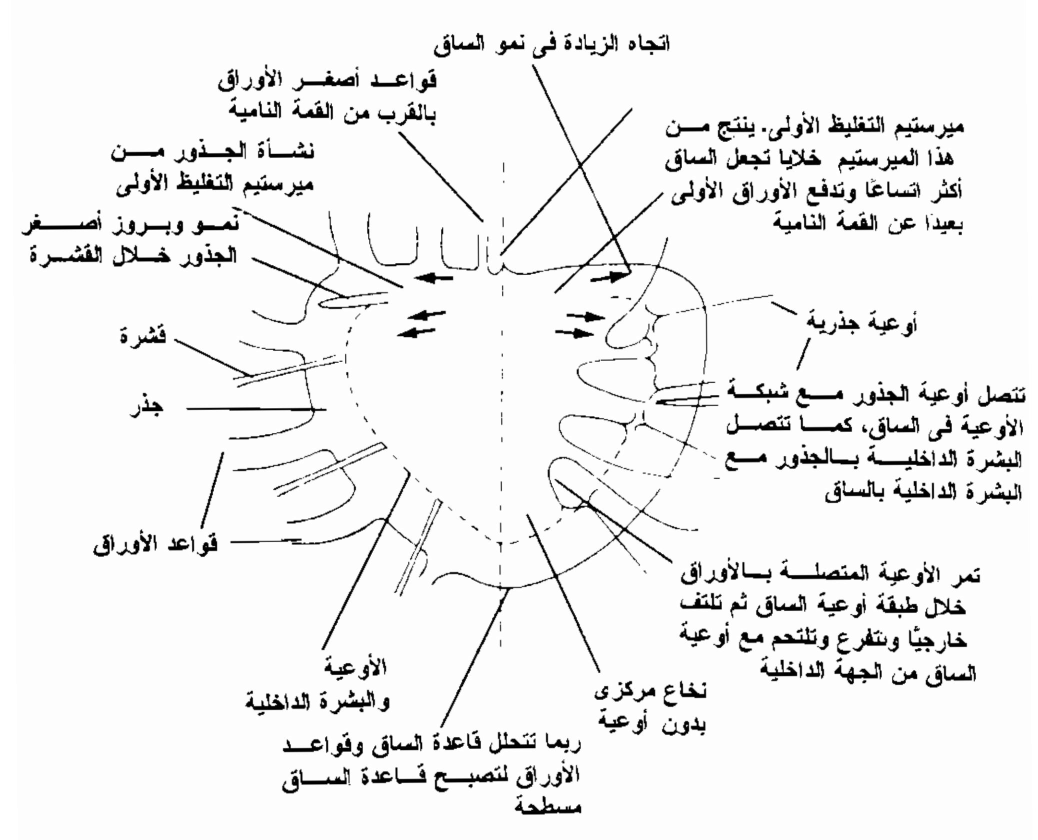
هذا وتُستَعْمَرْ جذور البصل بسهولة بواسطة فطريات الميكوريزا التى تزيد امتصـــــاص النباتات للعناصر الغذائية – وخاصة فى ظروف نقص العناصر – وذلك بعملها على زيـــادة السطح الماص للمجموع الجذرى للنبات.

الساق

إن ساق نبات البصل قرصية مندمجة ذات سلاميات قصيرة جـــدًا. تحمـــل الســـاق الأوراق الغشائية واللحمية على جانبها العلوى. وتتكون على الساق أيضًا الجذور الليفية العرضية التـــى

تخترق طريقها إلى أسفل. ومع تقدم البصلة فى العمر .. يزداد الساق فى القطر والسمك ببطء، لكنه يظل مصمتًا (Weaver & Bruner ١٩٢٧ ، ومرسى وآخرون ١٩٧٣).

يظهر فى شكل (٢-١) تخطيطًا لقطاع طولى فى الساق القرصية للبصل (أو الثوم). يتضح من الشكل أن أوعية الخشب واللحاء الخاصة بالجذور تتفرع عند قواعد الجذور وتتصل مع بعضها البعض، لتكون شبكة من الأنسجة الوعائية موازية للسطح الخارجى للساق. ويوجد خارج هذه الطبقة الوعائية مباشرة طبقة واحدة من خلايا البشرة الداخلية، يليها - من الخارج أيضًا - عدة طبقات من نسيج القشرة. أما أوعية الأوراق فإنها تمر عمودية خلال شبكة أوعية قواعد الجذور، ثم تنحنى إلى الخلف، وتنقسم وتتصل بشبكة الأوعية وذلك من جانبها الداخلى. ويوجد النخاع فى مركز الساق، وهو نسيج خالٍ من الأوعية .



شكل (٢-١) : تركيب ساق البصل، ونشأة الأوراق والجذور الجديدة منها، وكيفية اتصال مختلف الأوعية بعضها ببعض (Brewster ١٩٩٤).

وفى قمة الساق توجد طبقة من النسيج الميرستيمى تحيط بالقمة الميرستيمية، ولكنها تكون مستقلة عنه. تعرف هذه الطبقة باسم ميرستيم التغليظ الأولى Primary Thickening Meristem . تنشأ الجذور من هذا الميرستيم، كما تنشأ منها كذلك الخلايا الجديدة المسئولة عن زيادة قطر الساق.

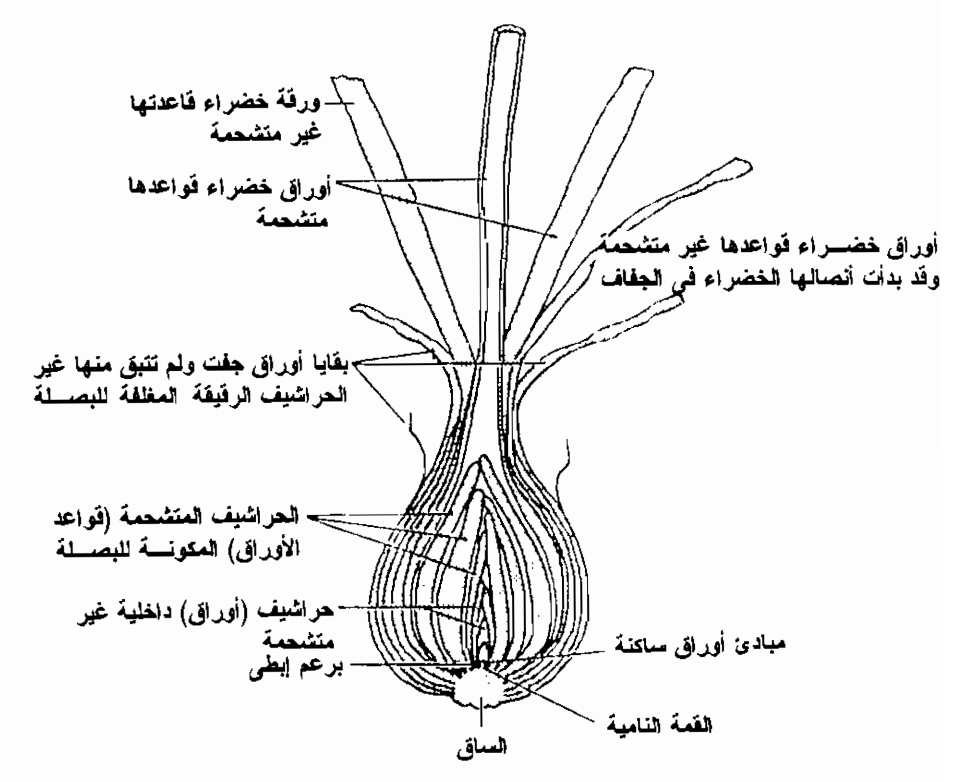
يزداد عدد الجذور الحديثة التكوين باستمرار، وتتسع معها شبكة الأوعية التى تصل قواعدها معًا، ويحدث ذلك على حافة ميرستيم التغليظ الأولى. كما تنشأ الأوراق فى الوقت ذاته من الميرستيم القمى، ويعقب نشأتها نموها واتساع قواعدها لتصطف فى حلقات مركزية، مع تباعد الأوراق الأولى فى التكوين- تدريجيًّا - عن القمة النامية. ويتطلب ذلك ازدياد الساق فى القطر لتستوعب الإنتاج الجديد المستمر من الجذور والأوراق. ومع استمرار هذا الوضع تُدفَع قواعد الأوراق القديمة والجذور القديمة باضطراد بعيدًا عن القمة النامية، وحتى تصبح فى نهاية الأمر فى الجانب السفلى من الساق القرصية. وبعد نحو شهر إلى شهرين من النمو تؤدى الزيادة فى القطر الناشئة عن نشاط ميرستيم التغليظ الأولى إلى جعل الميرستيم فى مستوى أدنى قليلاً من مستوى أكتاف الساق القرصية؛ الأمر الذى تبدو معه الساق القرصية قلبية الشكل. ومع تقدم النمو قد تتحلل قاعدة الساق وقواعد الأوراق، وتصبح بذلك الساق قرصية الشكل (Brewster ١٩٩٤).

الأوراق

تتكون ورقة البصل من غمد قاعدى ونصل طرفى لايفصل بينهما عنق. النصل عبارة عن أسطوانة مجوفة تطوق الأوراق الأصغر عمرًا والتى تحيط بدورها بالميريستيم الطرفى، وتوجد عند التقاء النصل بالغمد فتحة على شكل شق طولى على حافتها غشاء رقيق. تميل هذه الفتحة إلى الاستطالة مع تقدم الأوراق فى العمر، وتتقارب حوافها، مما يؤدى إلى غلقها، وتستمر كذلك لحين بروز الورقة التالية، حيث يأخذ النصل الجديد طريقة من خلالها. ويؤدى التفاف أغماد أو قواعد الأوراق معًا إلى تكوين ما يسمى بالساق الكاذبة. والغمد نفسه عبارة عن أنبوبة مجوفة مفتوحة القمة. وتحمل أوراق البصل فى صفين متقابلين على جانبى النبات (شكل ٢-٢).

تختلف أوراق البصل فى الشكل والتركيب حسب مرحلة النمو، فالورقة الفلقية بسيطة ولا تتميز إلى غمد ونصل، وتموت بعد فترة قصيرة. وتتميز الورقة الأولى والأوراق التالية إلى غمد ونصل. ويلاحظ أن أنصال الأوراق التى تتكون أولاً كبيرة الحجم، ثم يقل حجم

النصل تدريجيًا في الأوراق التي تتكون بعد ذلك عند بداية تكوين البصلة، بينما يزداد حجم الأغماد. وتكون الأوراق الخارجية ذات أغماد رقيقة جدًا وحرشفية تغلف البصلة تمامًا، كما يكون لها أنصال، ويليها إلى الداخل أوراق لها أنصال أيضًا، ولكن أغمادها تكون سميكة ولحمية. وكلما اتجهنا إلى الداخل، صغرت أنصال الأوراق إلى أن تصبح الأوراق عديمة النصل بالقرب من القمة النامية للساق.



شكل (٢ – ٢) : قطاع طولي في نبات البصـــل يوضـــح الأجـــزاء المختلفـــة في البصلـــة (عـــن Yamaguchi ١٩٨٣).

يتضح مما سبق أن كل ورقة في نبات البصل عبارة عن حلقة تحيط بما بداخلـــها مـــن أوراق (وتلك هي الأغماد التي تكوّن البصلة)، وترتفع لأعلى من الجـــانبين (وتلـــك هـــي الأنصال في صفين متقابلين). وتخرج الأوراق الأصغر سنًا من فتحة توجـــد فـــي الأوراق المحيطة بها بين الغمد والنصل. ومع استمرار تقدم النبات في النمو تنمو الساق القرصيـــة ببطء جانبيًا – وإلى أعلى – فتوجد بذلك مكانًا لتكوين أوراق جديدة داخلية. وكـــل الأوراق التي تنمو قبل تكوين البصلة يكون لها أنصال. أما الأوراق التي تتكون بعد ذلـــك فتكـــون

بدون أنصال. وتزداد البصلة فى الحجم بزيادة عدد الأوراق، وزيادة سمك قواعد الأوراق نتيجة تخزين المواد الغذائية فيها. ومع زيادة البصلة فى الحجم تجف أنصال الأوراق الخارجية، كما تجف أغمادها لتكون غلاف غشائى رقيق يحيط بالأغماد الداخلية اللحمية. وتظل مبادئ الأوراق فى البرعم الطرفى، والبراعم الجانبية على الساق القرصية ساكنة إلى حين زراعة أو تزريع البصلة، حيث تبدأ الأوراق فى النمو، وتظهر أنصالها خارج رقبة البصلة .

يسبق ازدياد غمد الورقة فى السمك - عادة - زيادة فجائية فى طولها. وتحدث الزيادة فى السمك نتيجة لزيادةٍ فى أقطار الخلايا فى الثلث السفلى من أغماد الأوراق، وليس نتيجة لأية انقسامات خلوية.

ويكون معدل ظهور الأنواع المختلفة من الأوراق على النحو التالى :

تظهر الورقة الحقيقية الأولى، ويتبعها ظهور أوراق جديدة بمعدل ورقة كل حوالى ٧-١٠ أيام خلال مرحلة النمو الأولى للنبات (موسم النمو الأول)، حتى يكتمل تكوين الأبصال خلال هذه المرحلة من النمو، ويتكون من ١٣-١٨ ورقة تقريبًا. ويتوقف العدد المتكون على الصنف، وموعد الزراعة، ودرجة الحرارة، وطول النهار. ويتوقف تكوين أوراق جديدة قبل نضج الأبصال بنحو ٣ أسابيع، ولاتكون جميع الأوراق ظاهرة فى هذه المرحلة من النمو كما سبق بيانه، وإنما يكون توزيعها وشكلها كما يلى :

عدد الأوراق	موضع وشكل الأوراق
٣ - ٤	أوراق تكوّن أغمادها الحراشيف الخارجية للبصلة، وتكون أنصالها قد جفت وربما سقطت .
٣ - ٥	أوراق ذات نصل وقواعد متشحمة تشكل جزءًا من البصلة .
٢ - ٤	أوراق تكون قواعدها متشحمة. إلا أن أنصالها لا تكون ظاهرة .
٥ - ٦	أوراق تكون صغيرة فى مركز البصلة. وقد تظهر بعض هذه الأوراق فيما بعد فى المخازن عند تزريع البصلة .

وعند اقتراب نضج البصلة تتحول الورقتان إلى الثلاث أوراق الخارجية إلى حراشيف جلدية رقيقة. ومع توقف تكوين أنصال أوراق جديدة فى مركز الساق الكاذبة تصبح هذه الساق مجوفة. كما تصبح أنسجة أغماد الأوراق فى منتصف الرقبة طرية وتفقد رطوبتها؛

الأمر الذى يؤدى فى النهاية إلى ميل النمو الخضرى إلى أسفل، ويعد ذلك من أهم علامات النضج (Brewster ١٩٩٤).

الإزهار والتلقيح

يعطى البصل الفتيل – وهو الذى ينتج من زراعة البذور – شمراخًا زهريًّا واحدًا. أما النباتات التى تنتج من زراعة الأبصال، فإنها تعطى من ١–٣٠ شمراخًا زهريًّا. ويتكون الشمراخ الزهرى من سلامية واحدة، وهى التى تنمو من القمة النامية للساق أو البراعم الجانبية. تظهر الشمارخ الزهرية بعد نحو ٣ أشهر من زراعة الأبصال، ويستمر ظهورها لمدة شهرين تقريبًا، ويتراوح طول الشمراخ الزهرى من ٦٠–١٢٠ سم.

ويتوقف عدد الشماريخ التى ينتجها النبات الواحد على العوامل التالية:

١ – الصنف: فمثلاً .. يزيد عدد الشماريخ التى ينتجها الصنف جيزة٦ بمقدار ٦ شماريخ عن تلك التى ينتجها الصنف البحيرى .

٢ – طريقة التكاثر: يتكون عادة شمراخ واحد عند التكاثر بالبذرة أو بالأبصال الصغيرة.

٣ – حجم البصلة: يزيد عدد الشماريخ الزهرية التى ينتجها النبات بزيادة حجم البصلة.

٤ – مسافة الزراعة: يزيد عدد الشماريخ الزهرية التى ينتجها النبات بزيادة مسافة الزراعة .

وفى الظروف العادية ينتج النبات الواحد – عادة – من ٥–٧ شماريخ زهرية .

هذا .. ويتأثر طول الشمراخ الزهرى كذلك بنفس العوامل السابقة الذكر، ويصل إلى طوله النهائى فى خلال ٣٠–٥٠ يومًا من بداية بزوغه.

تكون الشماريخ الزهرية مجوفة ومنتفخة أسفل منتصفها، وتحمل فى نهايتها نورات خيمية. ويتوقف نمو الشمراخ عند بداية ظهور الأزهار. وتكون النورة مغلفة قبل تمام نموها بغلاف رقيق من ٢–٣ قنابات. تتمزق هذه القنابات عند نمو النورة، والتى تكون خيمية كاذبة تتكون من عديد من النورات السيمية القصيرة الوحيدة التفرع، ويحتوى كل منها على ٥–١٠ أزهار، بينما تحتوى النورة الخيمية على ٥٠–٢٠٠٠ زهرة، ولكنه يتراوح غالبًا بين ٢٠٠ و ٦٠٠ زهرة. (شكل ٢–٣)، ويتوقف العدد على الصنف، وحجم الأبصال المستخدمة فى الزراعة، وظروف تخزينها قبل الزراعة، وموعد الزراعة .



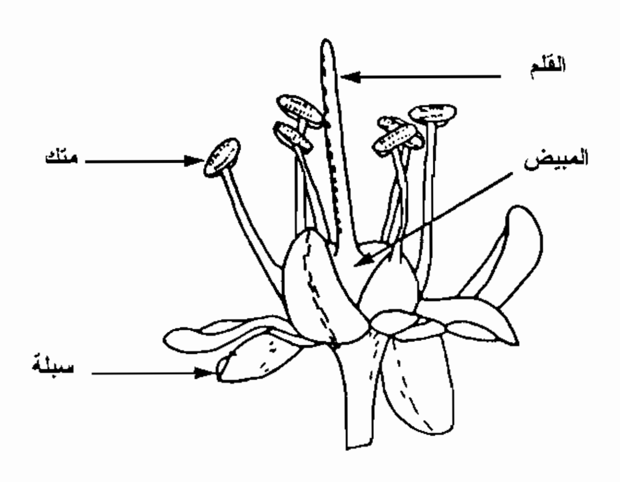
شكل (٢-٣) : نورة نبات البصل .

تكون أزهار البصل بيضاء أو بنفسجية فاتحة اللون، خنثى، وتحمل على أعناق لايزيد طولها على ٢,٥سم. تحمل الأسْدية فى محيطين أحدهما داخلى والآخر خارجى، يوجد بكل منهما ثلاثة أسدية. تنفتح متوك الأسدية الداخلية وتنتثر حبوب لقاحها قبل متوك الأسدية الخارجية. ويتكون المتاع من مبيض به ثلاثة مساكن بكل منها بويضتان، ويبلغ طول القلم نحو ملليمترًا واحدًا عند تفتح الزهرة (شكل ٢-٤)، لكنه لايكون مستعدًّا لاستقبال حبوب اللقاح إلا بعد أن يصل طوله إلى حوالى ٥ مم (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤ ، ومرسى وآخرون ١٩٧٣ ، و Voss ١٩٧٩).

وفى بعض الأحيان تتميز بعض البراعم الزهرية إلى أبصال صغيرة تعرف باسم البلابل، وتوجد اختلافات كثيرة بين أصناف البصل فى قدرتها على تكوين البلابل، ولاتوجد أسباب محددة لظهورها.

يبدأ انتثار حبوب اللقاح عند تفتح الزهرة أو قبل ذلك بنحو ٦-١٢ ساعة. ويحدث الانتثار من متوك المحيط الداخلى للأسدية. ويستمر انتثار حبوب اللقاح من الزهرة الواحدة

على فترات غير منتظمة لمدة يوم أو يومين ، وذلك فيما بين التاسعة صباحـا والخامسة مساء. ويزداد انتشار حبوب اللقاح فى الظروف الجوية التى تسودها حرارة عالية ورطوبة أقل من ٧٠٪. وتنتشر حبوب اللقاح من جميع متوك الزهرة الواحدة قبل بلوغ قلم الزهـرة طوله النهائى – وهو حوالى ٥ مم – وقبل استعداد ميسم الزهرة لاستقبال حبوب اللقـاح (أى أن النبات protandrous)؛ مما يعنى استحالة حدوث التلقيح الذاتى للزهرة الواحدة.



شكل (٢–٤) : زهرة البصل (Pike ١٩٨٦).

تظل المياسم مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح مدة ٦ أيام، إلا أن نسبة العقد تكون أعلى ما يمكن إذا حدث التلقيح خلال الأيام الثلاثة الأولى من فترة استعداد المياسم للتلقيح، ثـم تنخفض نسبة العقد تدريجيًا بعد ذلك حتى تصل إلى الصفر فى اليوم السادس.

تتفتح أزهار النورة الواحدة على مدى أسبوعين أو أكثر، إذ يتفتح فى البداية عدد قليل من الأزهار يوميًا، ثم يزداد عدد الأزهار المتفتحة فى النورة يوميًا بصورة تدريجية إلى أن يصل إلى نحو ٥٠ زهرة فى مرحلة الإزهار التام full bloom ، حيث قد تكون ٨٥٪ مـن أزهار النورة متفتحة. هذا .. ويستمر تفتح أزهار النبات الواحـد لمـدة شـهر أو أكـثر. ويتوقف عدد الأزهار المتفتحة يوميًا على عدد ساعات السطوع الشمسى فى اليـوم ذاتـه وفى اليوم السابق له.

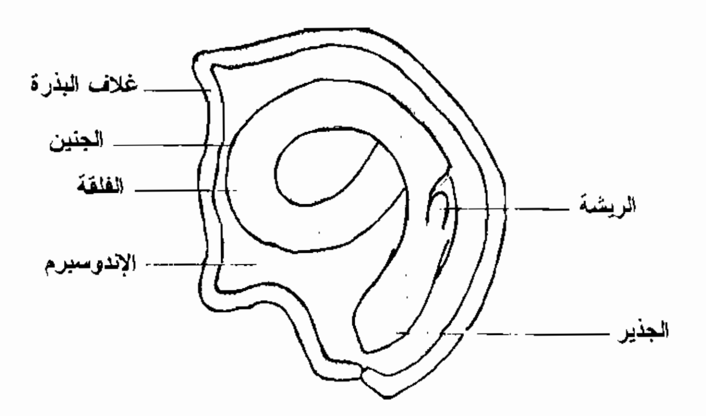
وعلى الرغم من استحالة التلقيح الذاتى للزهرة الواحدة، إلا أن استمرار تفتح أزهار النورة الواحدة لفترة زمنية طويلة، مع استمرار استعداد المياسم لاستقبال حبوب اللقاح مدة ٦ أيام يجعل من الممكن حدوث التلقيح الذاتى للنبات بين أزهار النورة الواحدة. ويحدث هذا التلقيح الذاتى أحيانًا بنسبة عالية، وصلت فى بعض الدراسات إلى ٢٠٪ فى الكرات أبو شوشة، وإلى ٣٠٪ فى البصل. ونظرًا لأن الثوميات يتأثر نموها سلبيًا بالتربية الداخلية؛ لذا .. فإن هذه النسبة العالية من التلقيح الذاتى لاتُعدُّ أمرًا مرغوبًا فيه. ويستدل من الدراسات التى أجريت فى هذا الخصوص أن بذور الثوميات التى تنتج من التلقيح الذاتى تكون أقل وزنًا، وأبطأ إنباتًا، وتكون البادرات التى تنتج منها أقل قدرة على البقاء عن تلك التى تنتج من بذور تكونت من تلقيحات خلطية.

يتم التلقيح الخلطى بواسطة الحشرات، ويزور أزهار البصل حوالى ٢٦٧ نوع مختلف من الحشرات، يعتبر النحل أهمها. وعلى الرغم من أن النحل لايفضل التغذية على رحيق أزهار البصل، إلا أن التلقيح فى البصل يتم بواسطة النحل بصفة أساسية. هذا .. ويوجد الرحيق فى غدد رحيقية عند قاعدة المحيط الداخلى للأسدية (McGregor ١٩٧٦، وRabinowitch ١٩٩٠).

ينشط النحل فى حرارة تتراوح بين ١٦ و ٢٩°م، وينتقل سريعًا بين الأزهار، حيث لايبقى على الزهرة الواحدة إلا لمدة ثانية واحدة ونصف الثانية فى المتوسط، ويفيد ذلك فى زيادة نسبة التلقيح الخلطى (عن Currah ١٩٩٠).

الثمار والبذور

ثمرة البصل علبة كروية، تتكون من ٣ حجرات، وتحتوى كل حجرة على بذرتين، وتكون البذرة سوداء اللون ذات قصرة سميكة كثيرة التجاعيد، أحد جوانبها محدب، ويظهر له ثلاثة أوجه. أما الجانب الآخر، فيكون مستويًا أو مقعرًا قليلاً. ويظهر بأحد طرفى البذرة نتوءان صغيران مكان سرة البذرة، وتتكون معظم البذرة من الإندوسيرم الذى ينغمس فيه الجنين. وجنين بذرة البصل أسطوانى ملتو، يبلغ طوله نحو ٦ مم، وعرضه نحو ٠,٤ مم، ويتكون معظمه من الفلقة التى توجد الريشة بداخلها (شكل ٢-٥). يتكون الجذير من الطرف القريب من السرة. أما الطرف الآخر، فيمثل قمة الفلقة ويعمل كماصٍ للمواد الغذائية من الإندوسيرم عند الإنبات.



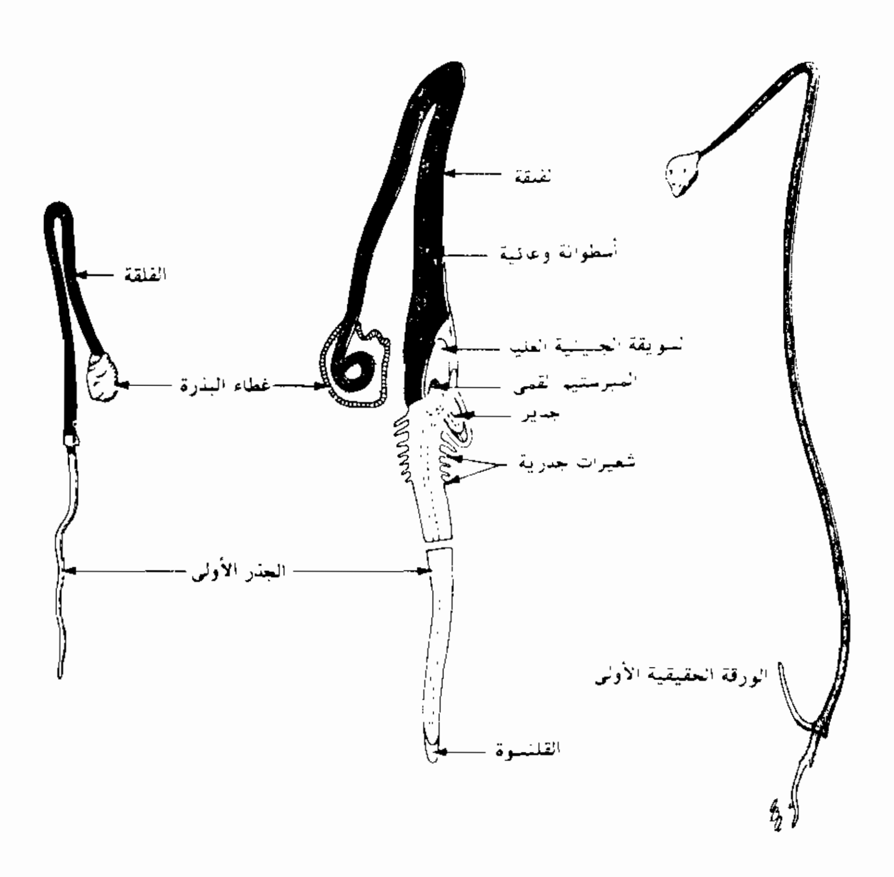
شكل (٢-٥) : رسم تخطيطي لقطاع في بذرة البصل .

بذرة البصل صغيرة، ويحتوى الجرام الواحد من البذور على نحو ٣٠٠ بذرة. وبالمقارنة يحتوى الجرام على ٣٥٠ بذرة من الكرات أبو شوشة، و ٤٠٠ بذرة من الكرات المصرى، ونحو ١١٥٠ بذرة من الشيف.

إنبات البذور

توجد سرة البذور على شكل ندبة غائرة فى أحد أركان البذرة. وعندما تتشرب البذرة بالماء، فإن الجذير يكون أسبق الأعضاء إلى امتصاص الماء، مما يؤدى إلى استطالته واختراقه للقصرة عند السرة، فيبرز بذلك خارج البذرة، ويلى ذلك ظهور الفلقة التى تستطيل بسرعة حتى يصل طولها إلى بضعة سنتيمترات (شكل ٢-٦)، وتكون الفلقة خضراء اللون، أسطوانية الشكل، وتغلف الريشة فى أطوار الإنبات المبكرة، كما تبدو منحنية فى أول الأمر، جارة وراءها بقايا البذرة أثناء نموها إلى أعلى. ويبقى كذلك طرف الفلقة داخل البذرة، ويفرز إنزيمات تذيب الإندوسبرم، ثم يمتص الغذاء الذائب وينقله إلى باقى أجزاء الجنين. وعند انتهاء الغذاء المخزن فى البذرة يذبل طرف الفلقة، وينفصل عن غلاف البذرة، ثم تستقيم الفلقة المنحنية بعد ذلك. ويبقى الغلاف البذرى أسفل سطح التربة فى الأراضى الثقيلة، ويستمر فى مكانه فى التربة، بينما تظل الفلقة منحنية إلى أن ينتهى

الغذاء المخزن فى البذرة، ويذبل طرف الفلقة الماص، ثم ينفصل عنها. وتعتبر الفلقة أولى الأوراق الخضراء للنبات، أى أن إنبات البصل هوائى.



شكل (٢–٦) : خطوات إنبات بذرة البصل إلى بداية ظهور الورقة الأولى للنبات (عن Rost وآخرين ١٩٨٤).

يلاحظ أن قاعدة الفلقة تكون متضخمة عند موضع اتصالها بالجذير. ويعزى هذا التضخم إلى وجود الريشة داخل الجزء القاعدى للفلقة الغمدية، كما يوجد شق ضيق أعلى هذا الجزء المتضخم بمسافة قصيرة. تخرج الريشة من هذا الشق عندما تتقدم البادرة فى النمو، وتتكوّن الريشة فى البداية من ورقة واحدة خضراء، ثم يتلوها ظهور أوراق أخرى متعاقبة، وتخرج كل ورقة من شق صغير فى أحد جوانب الورقة التى سبقتها.

الفصل الثالث

الأصناف

نتناول بالشرح فى هذا الفصل الصفات التى تستخدم فى تقسيم أصناف البصل، والمواصفات المرغوبة فى الأصناف التى تزرع للأغراض المختلفة، ومواصفات أهم الأصناف.

تقسيم الأصناف

يمكن تقسيم أصناف البصل طبقًا لأى من الصفات التالية منفردة أو مجتمعة.

تقسيم الأصناف حسب موعد النضج

تتباين أصناف البصل بين التبكير والتأخير فى موعد النضج، كما يلى :

١ – مبكرة جدًا، مثل: تكستار Textar، وإيرلى سوبريم Early Supreme.

٢ – مبكرة، مثل جرانكس Granex، ورد جرانكس Red Granex .

٣ – متوسطة النضج، مثل: هوايت جرانكس White Granex، ويلوكريول Yellow Creole.

٤ – متأخرة النضج، مثل: يلوسويت سباتش Yellow Sweet Spanish، وأستراليان براون Australian Brown .

تقسيم الأصناف حسب طول الفترة الضوئية اللازمة لتكوين الأبصال

تقسم أصناف البصل حسب الفترة الضوئية اللازمة لتكوين الأبصال إلى ثلاث مجاميع كما يلى :

١ – أصناف يلزمها نهار قصير نسبيًا لتكوين الأبصال (ويطلق عليها مجازًا أصناف قصيرة النهار)، مثل: هوايت جرانكس، ورد جرانكس، وهوايت جرانو White Grano، ورد جرانو Red Grano، ورد كريول Red Creole.

٢ - أصناف يلزمها نهار متوسط الطول لتكوين الأبصال، مثل: نيـــو مكســيكو New Mexico، وجلورى Glory، وكال رد Calred.

٣ - أصناف يلزمها نهار طويل نسبيا لتكوين الأبصال (ويطلق عليــها اســم أصنـــاف طويلة النهار)، مثل: يلو سويت سبانش، وهوايت سويت سبانش.

هذا .. إلاّ أن البصل يعد من النباتات الطويلة النهار بالنسبة لتكوين الأبصال، وتعتـــبر جميع أصناف البصل طويلة النهار فى هذا الشأن، أى أنها لاتكوّن أبصالاً إذا زاد طول الليل عن حد معين، ولكنها تختلف فى طول الليل الحرج هذا، فبعضها يكوّن أبصالاً فى ظـــروف يصل فيها طول فترة الظلام إلى ١٢-١٣ ساعة، وهى التى يطلق عليها مجازًا اسم "قصيرة النهار"، وبعضها لايكوّن أبصالاً إذا زاد طول الليل عن ٩-١٠ ساعات، وهى التـــى يطلـــق عليها مجازًا اسم "طويلة النهار".

تقسيم الأصناف حسب لون البصلة

تُقسّم أصناف البصل حسب لون البصلة إلى المجاميع التالية:

١ - أصناف ذات أبصال بيضاء اللون، مثل: هوايـــت جرانـــو، وهوايـــت جرانكـــس، وكريستال واكس.

٢ - أصناف ذات أبصال صفراء، مثل: جرانكس، ويلوسويت سبانش Yellow Sweet Spanish.

٣ - أصناف ذات أبصال لونها أصفر ذهبى، مثل: يلو كريول Yellow Creole، وجيزة ٦ محسن.

٤ - أصناف ذات لون أصفر نحاسى، مثل: جيزة ٢٠.

٥ - أصناف ذات أبصال بنية اللون، مثل: أسترليان براون Australian Brown.

٦ - أصناف ذات أبصال حمراء اللون، مثل: رد كريـــول، ورد جرانـــو Red Grano، وكاليفورنيا رد إيرلى California Red Early، ورد جرانكس Red Granex، والبحيرى، والصعيدى، وجيزة ٦.

٧ - أصناف ذات أبصال لونها أحمر قاتم، مثل: كال رد Calred، وكارمن Carmen.

تقسيم الأصناف حسب شكل البصلة

تقسم الأصناف حسب شكل البصلة إلى المجاميع التالية (شكل ٣-١):

١ - أصناف ذات أبصال كروية منضغطة قليلاً flattened globe، مثـــل: أوســـتراليان براون.

٢ - أصناف ذات أبصال كروية globe، مثل: يلو سويت ســـبانش، وهوايـــت ســـويت سبانش.

٣ - أصناف ذات أبصال كروية عميقة high globe، مثل: هوايت جرانكس.

٤ - أصناف ذات أبصال مسحوبة من الطرفين torpedo، مثل: إيتالين رد توربيدو.

٥ - أصناف ذات أبصال مفلطحة flat، مثل: كار رد.

٦ - أصناف ذات أبصال منضغطة قليلاً thick flat، مثـــل: يلـــو كريـــول، وكريســـتال واكس، ورد كريول، وكاليفورنيا إيرلى رد، والصعيدى، وجـــيزة ٦، وجـــيزة ٦ محســـن، وشندويل ١.

٧ - أصناف ذات أبصال مسطحة من أعلى، ودائرية من أسفل (granex)، مثـــل: هوايـــت جرانو.

٨ - أصناف ذات أبصال مسطحة من أعلى، ومسحوبة من أسفل top، مثـــل: إيرلـــى جراند Early Grand، وسان واكين،.وتكساس إيرلى جرانو.

تقسيم الأصناف حسب حجم البصلة

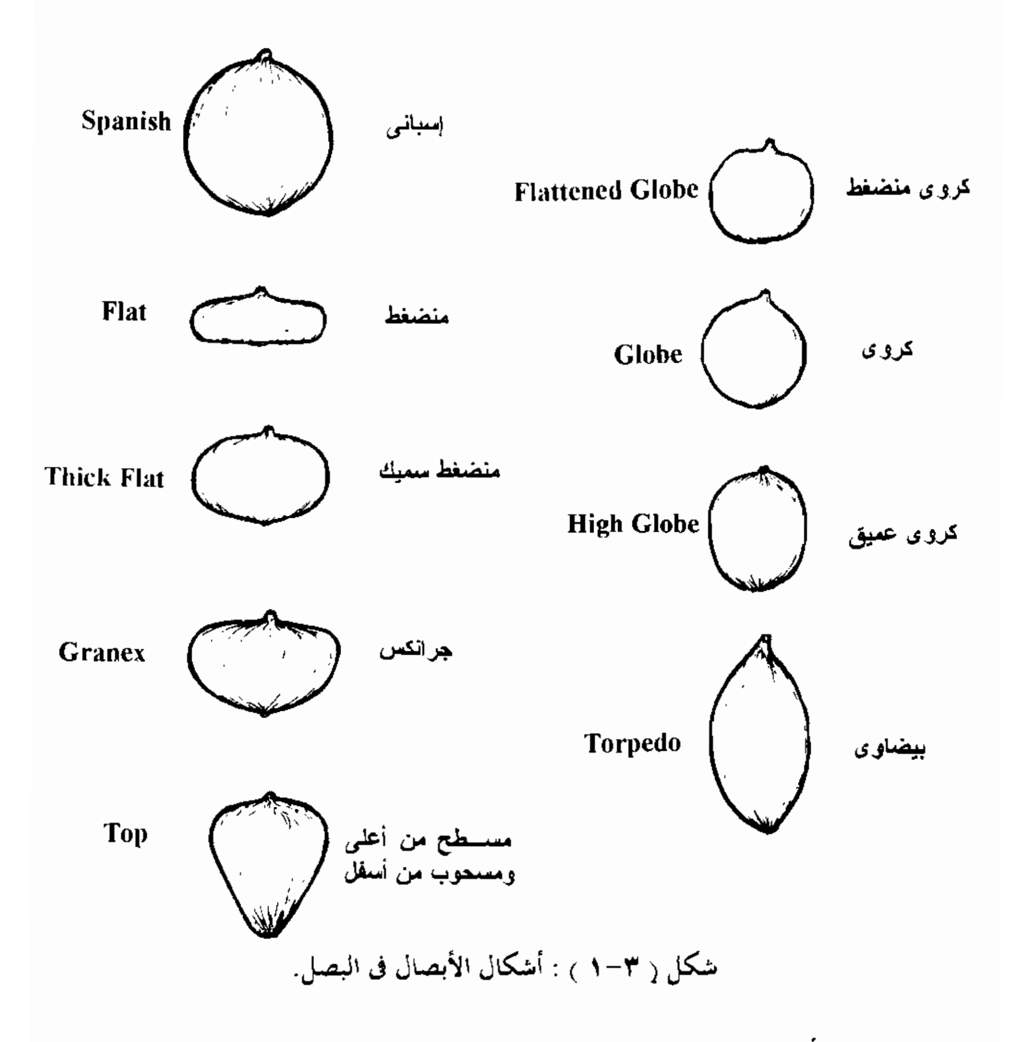
تُقَسَّمْ الأصناف حسب حجم البصلة إلى المجاميع التالية:

١ - أصناف ذات أبصال متوسطة الحجم، مثل: أوستراليان براون، ويلو كريول.

٢ - أصناف ذات أبصال كبيرة الحجم، مثل: سان واكين، وتكساس إيرلـــى، وهوايـــت جرانو، ورد جرانو .

٣ - أصناف ذات أبصال كبيرة جدًّا فى الحجم، مثل: يلو ســـويت ســـبانش، وهوايـــت سويت سبانش.

هذا .. ويمكن أن تصل الأبصال إلى أحجام ضخمة، وقد بلــغ الرقــم العـــالمى لأكــبر بصلة - والذى سجّله أحد المزارعين الإنجليز - ٣,٩٩٧ كجم للبصلة بدون أوراق. وقـــد تطلب الوصول بالبصلة إلى هذا الوزن عناية خاصة طوال فترة النمو مع الزراعـــة علـــى مسافات واسعة. ويكون الوصــول إلى هذه الأحجام الكبيرة على حساب محتوى الأبصـــال من المواد الصلبة الذائبة (عن Brewster ١٩٩٠).



شكل (٣-١) : أشكال الأبصال فى البصل.

تقسيم الأصناف حسب درجة حرافتها

تُقسّمُ الأصناف حسب درجة حرافتها Pungrncy إلى المجاميع التالية:

١ - أصناف غير حريفة mild، مثل: سان واكين، وكريستال واكس، وهوايت جرانــو، وإيتاليان رد، وكاليفورنيا إيرلى رد، ويلو سويت سبانش.

٢ - أصناف متوسطة الحرافة، مثل: يلو جلوب دانفرز، وإيرلى يلــو جلــوب، ويلــو كريول.

٣ - أصناف شديدة الحرافة، مثل: أوســتراليان بــراون، ورد كريــول، وجــيزة ٢٠، والبحيرى.

تقسيم الأصناف حسب صلاحيتها للتخزين

تُقسَّمْ الأصناف حسب صلاحيتها للتخزين إلى المجاميع التالية:

١ - أصناف لاتخزن إلا لفترة قصيرة جدًا، مثل: إيتالين رد توربيدو.

٢ - أصناف تخزن لفترة قصيرة، مثل: هوايت جرانكس، وســان واكيــن، وتكســاس إيرلى، وكريستال واكس، وهوايت جرانو.

٣ - أصناف تخزن لفترة متوسطة الطول، مثل: رد جرانكس، وإيرلـــى يلــو جلــوب، والصعيدى.

٤ - أصناف تصلح للتخزين لفترات طويلـــة ، مثــل: يلــو كريــول ، ورد كريــول، والبحيرى، وجيزة ٦ محسن، وجيزة ٢٠.

٥ - أصناف تصلح للتخزين لفترات طويلة جدًا، مثل : أوستراليان بروان .

تقسيم الأصناف حسب طريقة إنتاجها

تُقسَّمْ الأصناف حسب طريقة إنتاجها إلى مجموعتين، هما:

١ - أصناف مفتوحة التلقيح open-pollinated، وهى التــى يمكــن إنتــاج بذورهــا بزراعتها فى مكان منعزل عن أصناف البصل الأخرى.

٢ - أصناف هجين Hybrids، وهى التى لايمكن إنتــاج بذورهــا إلا بتلقيــح الآبــاء المستعملة فى إنتاجها معًا.

الموصفات المطلوبة فى أصناف البصل للأغراض المختلفة

يجب أن تتوفر الصفات التالية فى جميع أصناف البصل أيًّا كان الغرض من زراعتها:

١ - المحصول الجيد.

٢ - التأقلم على الفترة الضوئية فى منطقة الإنتاج.

٣ - المقاومة للأمراض والحشرات الهامة السائدة.

٤ - المقاومة للإزهار المبكر.

بالإضافة إلى ماسبق .. فإنه يجب أن تتوفر الصفات التالية فى أصناف البصل التى تسوق طازجة:

١ - أن تتناسب درجة الحرافة مع ذوق المستهلك، ويفضل البصل المتوسط الحرافة .

٢ - أن يكون الصنف متجانسًا فى الشكل، والحجم، واللون، وأن تتناسب هذه الصفات مع ذوق المستهلك.

٣ - أن يكون ذا مقدرة تخزينية جيدة.

٤ - أن تقل نسبة الأبصال المزدوجة به.

أما أصناف البصل التى تسوق بعد تجفيفها، فلابد أن تتوفر فيها الشروط التالية، وذلك بالإضافة إلى الشروط العامة التى سبق بيانها:

١ - أن تكون الأبصال بيضاء اللون.

٢ - أن ترتفع فيها نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية.

٣ - أن تكون منطقتا الرقبة والجذور صغيرتين.

٤ - ألا تتلون أو يتكون فيها طعم مر بعد التجفيف.

٥ - أن تكون أبصالها متجانسة حتى تجف جميع الشرائح بنفس الدرجة.

أما أصناف البصل التى تزرع لأجل إنتاج بصيلات التخليل Pickles، فإنه يفضل أن تكون أبصالها بيضاء اللون، وذات رقبة رفيعة، ومجموع جذرى صغير، وساق قرصية

صغيرة، كما يفضل أن تكون الأبصال مفلطحة بطبيعتها، وذلك لأن الزراعة الكثيفة تجعلها كروية، بينما تؤدى الزراعة الكثيفة للأصناف ذات الأبصال الكروية إلى إنتاج بصيلات بيضاوية غير مرغوبة فى التخليل.

وبالنسبة للبصل الأخضر، فإنه يفضل أن يكون الصنف المستعمل ذا أبصال بيضاء. وأنسب الأصناف هى تلك التى تحتاج إلى نهار أطول مما يكون عليه الحال فى منطقة الإنتاج، حتى لاتكون أبصالاً.

مواصفات أصناف البصل الهامة

أصناف البصل المنتشرة زراعتها فى مصر

كانت الأصناف التالية هى أكثر أصناف البصل انتشارًا فى مصر، إلا أن أهميتها قلت تدريجيًا بسبب إنتاج أصناف جديدة أفضل مها، وهى:

١ - البحيرى:

يعد أكثر أصناف البصل انتشارًا فى الوحه البحرى، أبصاله مخروطية الشكل وقشرتها داكنة اللون وسميكة، وهو صنف شديد الحرافة، ويتحمل التخزين جيدًا.

٢ - الصعيدى:

كان أكثر أصناف البصل انتشارًا فى الزراعة فى الوجه القبلى. أبصاله مفلطحة، قشرتها حمراء ذهبية رفيعة، قليل الحرافة، وذو قدرة متوسطة على التخزين.

٣ - جيزة ٦:

صنف مستنبط من الصعيدى ويماثله فى الشكل واللون، لكن أبصاله أكبر حجمًا وتجانسًا، وقشرتها أسمك، وهو أعلى من الصنف الصعيدى فى نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية، وأكثر مقدرة على التخزين.

وقد أُنْتُخِبَتْ من الأصناف التى سبق ذكرها أصناف جديدة محسنة، وهى آخذة فى الانتشار لتحل تدريجيًا محل الأصناف القديمة، وهى كما يلى:

١ - جيزة٦ محسن:

صنف مستنبط من الصنف جيزة٦، أبصاله مفلطحة سميكة ، قشرتها صفراء ذهبية، وذات مقدرة جيدة على التخزين - يصلح للتصدير، وتنتشر زراعته فى العروة الشتوية فى

مناطق الوجه القبلى المخصصة للتصدير، ولاينصح بزراعته فى العروة الصيفية، خاصة فى الزراعات المتأخرة منها.

٢ - جيزة ٢٠:

صنف منتخب من السلالات المحلية للبصل البحيرى، ويتميز عنه بانخفاض نسبة الأبصال المشوبة باللون الأحمر، أبصاله أشد دكنة من الصنف جيزة ٦ محسن ولونها أصفر نحاسى، عالية الصلابة، وذات مقدرة جيدة على التخزين، تصل فيه نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية إلى ١٤-١٥٪، يصلح للتصدير، ويوصى بزراعته فى العروات الشتوية والعروة الصيفية المبكرة.

٣ - شندويل ١:

صنف منتخب من سلالات البصل السبعينى، يتميز عن الصنف جيزة ٦ محسن بالتبكير فى النضج بحوالى أسبوعين، أبصاله مفلطحة سميكة صفراء اللون، أقل تعرضًا للإصابة بمرض العفن الأبيض بسبب نضجه المبكر، ويصلح للتصدير (معهد بحوث الإرشاد الزراعى والتنمية الريفية ١٩٨٥).

بعض أصناف البصل الأجنبية التى يلزمها نهار قصير نسبياً لتكوين الأبصال

١ - إكسيل Excel: صنف مفتوح التلقيح، مبكر، أبصاله صفراء مفلطحة، متوسطة الحجم، وغير حريفة، كما لاتصلح للتخزين جيدًا.

٢ - سان واكين San Joaquin: صنف مفتوح التلقيح، مبكر، أبصاله صفراء، مسطحة من أعلى ومسحوبة من أسفل، كبيرة وغير حريفة، لاتصلح للتخزين إلا لفترة قصيرة.

٣ - تكساس إيرلى جرانو Texas Early Grano: صنف مفتوح التلقيح، مبكر، أبصاله صفراء فاتحة اللون، مسطحة من أعلى ومسحوبة من أسفل، وكبيرة، وغير حريفة، ولاتصلح للتخزين إلا لفترة قصيرة (شكل ٣-٢، يوجد فى آخر الكتاب).

٤ - يلو كريول Yellow Creole: صنف مفتوح التلقيح، متوسط التبكير فى النضج، وأبصاله صفراء ذهبية اللون، ومفلطحة سميكة، متوسطة الحجم، حريفة، وتتحمل التخزين جيدًا.

٥ – كريستال واكس Crystal Wax: صنف مفتوح التلقيح، متوسط التبكير في النضج، وأبصاله بيضاء، مفلطحة سميكة، ومعتدلة الحرافة، لا تصلح للتخزين إلا لفترة قصيرة (شكل ٣-٣، يوجد فى آخر الكتاب).

٦ – هوايت جرانو White Grano: صنف مفتوح التلقيح، متوسط التبكير فى النضج، وأبصاله بيضاء اللون، مسطحة من أعلى ومسحوبة من أسفل، وكبيرة، وغير حريفة، ولاتصلح إلا لفترة قصيرة.

٧ – رد كريول Red Creole: صنف مفتوح التلقيح، ومتوسط التبكير في النضج، وأبصاله حمراء اللون، مفلطحة سميكة، ومتوسطة الحجم، شديدة الحرافة، وتتحمل التخزين لفترات طويلة (شكل ٣-٤، يوجد فى آخر الكتاب).

٨ – بور جندى Burgundy: صنف مفتوح التلقيح، ومتوسط التبكير في النضج، وأبصاله حمراء قاتمة اللون، كروية مفلطحة قليلاً، ومتوسطة إلى كبيرة الحجم، وغير حريفة ولاتصلح للتخزين إلا لفترة قصيرة.

٩ – رد جرانو Red Grano: صنف مفتوح التلقيح، ومتوسط التبكير في النضج، أبصاله حمراء اللون، مسطحة من أعلى ومسحوبة من أسفل، وكبيرة الحجم، غير حريفة ولاتصلح للتخزين جيدًا (شكل ٣-٥، يوجد فى آخر الكتاب).

١٠ – جرانكس Granex: صنف هجين، مبكر، وأبصاله صفراء، مفلطحة سميكة، وكبيرة غير حريفة، ومتوسطة المقدرة على التخزين.

١١ – رنج جولد Ring Gold: صنف هجين، مبكر النضج، وأبصاله صفراء اللون، مسطحة من أعلى ومسحوبة من أسفل، وكبيرة جدًا، غير حريفة، ولاتصلح للتخزين إلا لفترة قصيرة.

١٢ – هوايت جرانكس White Granex: صنف هجين، متوسط التبكير في النضج، وأبصاله بيضاء اللون، كروية عميقة، وكبيرة الحجم، غير حريفة، ولاتصلح للتخزين إلا لفترة قصيرة.

١٣ – رد جرانكس Red Granex: صنف هجين، مبكر النضج، وأبصاله حمراء اللون، مفلطحة سميكة، كبيرة الحجم، غير حريفة، ولاتصلح للتخزين جيدًا.

١٤ – تروبيكانا Tropicana: صنف هجين، متوسط التبكير في النضج، وأبصاله

حمراء اللون مفلطحة سميكة، متوسطة إلى كبيرة الحجم، حريفة، وتصلح للتخزين جيدًا (شكل ٣-٦، يوجد فى آخر الكتب).

١٥ - كوماندر Commander: صنف هجين، متوسط التبكير فى النضج، وأبصاله حمراء قاتمة اللون، كروية مفلطحة قليلاً، وكبيرة الحجم، حريفة، وذات مقدرة متوسطة على التخزين.

بعض أصناف البصل الأجنبية التى يلزمها نهار متوسط الطول لتكوين الأبصال

١ - جلورى Glory: صنف مفتوح التلقيح، متأخر النضج، وأبصاله بنية فاتحة اللون، كروية الشكل، كبيرة الحجم، وقليلة الحرافة، متوسطة المقدرة على التخزين.

٢ - نيو مكسيكو هوايت جرانو New Mexico White Crano: صنف مفتوح التلقيح، متأخر النضج، وأبصاله بيضاء اللون، مسطحة من أعلى ومسحوبة من أسفل، وكبيرة الحجم، غير حريفة، ولاتصلح للتخزين إلا لفترة قصيرة.

٣ - نيو مكسيكو يلو جرانو New Mexico Yellow Crano: مماثل للصنف السابق فيما عدا أن أبصاله لونها أصفر فاتح.

٤ - كاليفورنيا رد إيرلى California Red Early: صنف مفتوح التلقيح، متأخر النضج، وأبصاله حمراء اللون، مفلطحة سميكة، كبيرة الحجم، وغير حريفة، ولاتصلح للتخزين إلا لفترة قصيرة.

٥ - كال رد Calred: صنف مفتوح التلقيح، وأبصاله متوسطة فى موعد النضج، لونها أحمر داكن، ومفلطحة وكبيرة الحجم، غير حريفة، ولاتصلح للتخزين إلا لفترة قصيرة.

٦ - إيتاليان رد توربيدو Italian Red Torpedo: صنف مفتوح التلقيح، متأخر النضج، وأبصاله حمراء اللون، مسحوبة من الطرفين، كبيرة الحجم، وعديمة الحرافة، ولها فترة تخزين قصيرة جدًّا.

٧ - إيرلى هارفست Early Harvest: صنف هجين، متأخر النضج، وأبصاله صفراء فاتحة اللون، كروية الشكل، وكبيرة الحجم، قليلة الحرافة، ولاتصلح للتخزين إلا لفترة قصيرة.

٨ – فالنسيا ديورابل Valencia Durable: صنف مفتوح التلقيح، وأبصاله كروية، لونها بنى فاتح، صغيرة إلى متوسطة الحجم، حريفة، ذات محتوى عالٍ من المادة الجافة، يستعمل للاستهلاك الطازج والتجفيف، يصلح للزراعة الربيعية، ويصلح للتخزين لفترة طويلة (شكل ٣–٧، يوجد فى آخر الكتاب).

بعض أصناف البصل الأجنبية التى يلزمها نهار طويل لتكوين الأبصال

١ – مجموعة أصناف يلو سويت سبانش Yellow Sweet Spanish المفتوحة التلقيح:

أصناف هذه المجموعة متأخرة النضج، وأبصالها ذات لون أصفر داكن، كروية الشكل، كبيرة جدًّا فى الحجم، وغير حريفة أو قليلة الحرافة، وهى ذات مقدرة ضعيفة إلى متوسطة على التخزين، وتوجد منها الأصناف التالية:

أ – Yellow Sweet Spanish PRR: مقاوم لمرض الجذر الوردى.

ب – Yellow Sweet Spanish Peckham: أكثر مقدرة على التخزين.

جـ – Yellow Sweet Spanish Utah Jumbo: يتحمل الإصابة بالتربس.

٢ – مجموعة أصناف هوايت سويت سبانش White Sweet Spanish المفتوحة التلقيح:

أصناف هذه المجموعة متأخرة النضج، وأبصالها بيضاء اللون، كروية الشكل، كبيرة جدًّا فى الحجم، وغير حريفة، وذات مقدرة ضعيفة إلى متوسطة على التخزين، وتوجد منها الأصناف التالية:

أ – Ring Master PRR: يصلح لعمل حلقات البصل المقلية Onion rings وتعطى البصلة الكبيرة الحجم من ١٢–١٤ حلقة.

ب – White Sweet Spanish Jumbo: يتحمل الإصابة بالتربس.

جـ – White Sweet Spanish Valenchia: أكثر تبكيرًا فى النضج.

٣ – مجموعة أصناف يلو جلوب Yellow Globe المفتوح التلقيح:

من أمثلة أصناف هذه المجموعة ما يلى:

أ – أوستراليان براون Australian Brown: متأخر النضج، والأبصال لونها بنى قاتم، مفلطحة سميكة الحجم، وشديدة الحرافة، وذات مقدرة جيدة جدًّا على التخزين.

ب – برجهام يلو جلوب Brigham Yellow Globe: متوسطة فـــى موعــد النضـــج، والأبصال لونها أصفر قاتم، كروية عميقة، ومتوسطة الحجم، حريفة، وذات مقــدرة جيــدة على التخزين لفترات طويلة.

جـ – إيرلى يلو جلوب Early Yellow Globe: مبكر النضج، وأبصاله صفراء اللون، وكروية عميقة، متوسطة إلى كبيرة الحجم، حريفة، وذات قدرة متوسطة علـــى التخزيــن (شكل ٣-٨، يوجد فى آخر الكتاب).

د – يلو إبنزر Yellow Ebenzer: متوسط التبكير فى النضج، والأبصال صفراء داكنة، مفلطحة سميكة، متوسطة الحجم، ومتوسطة الحرافة، وذات مقدرة متوسطة على التخزين.

٤ – مجموعة أصناف هوايت جلوب White Globe المفتوحة التلقيح:

من أمثلة أصناف هذه المجموعة ما يلى:

أ – بلانكو ديورو Blanco Duro: متوسط فى موعد النضج، وأبصاله بيضاء اللـــون، كروية عميقة، كبيرة الحجم، وحريفة، وتصلح للتخزين لفترة طويلة.

ب – سوث بورت هوايت جلوب Southport White Globe: متأخر النضج، وأبصاله بيضاء اللون، كروية الشكل، حريفة، وذات مقدرة متوسطة على التخزين.

٥ – مجموعة أصناف رد جلوب Red Globe المفتوحة التلقيح:

تتميز أصناف هذه المجموعة بأنها متأخرة النضج، وأبصالها ذات لون أحمر قاتم، تميل إلى الكروية، وكبيرة الحجم، حريفة، وذات مقدرة متوسطة على التخزين. من أمثلة أصناف هذه المجموعة ما يلى :

أ – رد صنست Red Sunset.

ب – سوث بورت رد جلوب Southport Red Globe.

٦ – مجموعة أصناف يلو جلوب الهجين:

من أمثلة أصناف هذه المجموعة ما يلى :

أ – أبندنسن Abundance: متوسط فى موعد النضج، وأبصاله كروية عميقة، كبـــيرة الحجم، حريفة، وذات مقدرة متوسطة على التخزين.

ب – كيوبرم Cuprum: متوسط إلى متأخر النضج، وأبصاله بنية اللون، كروية الشكل، ومتوسطة إلى كبيرة الحجم، حريفة، وذات مقدرة جيدة على التخزين.

جـ – إيليت Elite: متوسط إلى متأخر النضج، وأبصاله صفراء اللون، كبيرة الحجم، حريفة، ذات مقدرة متوسطة على التخزين.

د – إيبوك Epoch: مبكر النضج، وأبصاله بنية اللون، كروية عميقة، ومتوسطة الحجم، وحريفة، وذات مقدرة متوسطة على التخزين.

هـ – سيمكو Simcoe: متوسط فى موعد النضج، وأبصاله لونها بنى مائل إلى الاصفرار، كروية عميقة، ومتوسطة إلى كبيرة الحجم، وحريفة، وذات مقدرة جيدة على التخزين.

و – سبارتان Spartan: متأخر النضج، وأبصاله لونها بنى فاتح، كروية عميقة، كبيرة الحجم، وحريفة، وذات مقدرة جيدة على التخزين.

٧ – مجموعة أصناف إيرلى يلو سبانش الهجين:

من أمثلة أصناف هذه المجموعة ما يلى :

أ – دزرت براون Dessert Brown: مبكر النضج، وأبصاله لونها بنى داكن ضارب إلى الأحمر، كروية الشكل، ومتوسطة إلى كبيرة الحجم، ومتوسطة الحرافة، وذات مقدرة جيدة على التخزين.

ب – جولدن بيوتى Golden Beauty: متوسط إلى متأخر النضج، وأبصاله صفراء اللون، كروية عميقة، كبيرة الحجم، وقليلة الحرافة، وذات مقدرة متوسطة إلى جيدة على التخزين.

جـ – ماجنم Magnum: مبكر النضج، وأبصاله لونها بنى ضارب إلى الأصفر، وكروية عميقة، وكبيرة الحجم، وقليلة الحرافة، وذات مقدرة جيدة على التخزين.

د – ألتيمت Ultimate: مبكر النضج، وأبصاله صفراء فاتحة اللون، كروية عميقة .

٨ – مجموعة أنصاف يلو سبانش الهجين:

من أمثلة أصناف هذه المجموعة ما يلى:

أ – شيفتيان Chieftain: متوسط إلى متأخر النضج، وأبصاله بنية اللون، كروية الشكل، وكبيرة جدًا فى الحجم، وقليلة الحرافة، وذات مقدرة جيدة على التخزين.

ب - ميريت Merit: متوسط إلى متأخر النضج، وأبصاله صفراء فاتحة اللون، كروية، وكبيرة جدًا، غير حريفة، وضعيفة إلى متوسطة المقدرة على التخزين.

جـ - ونر Winner: متوسط فى موعد النضج، وأبصاله صفراء اللون، كروية الشكل، كبيرة الحجم جدًا وقليلة الحرافة، ومتوسطة المقدرة على التخزين.

٩ - مجموعة أصناف هوايت سويت سبانش الهجين:

من أمثلة هذه المجموعة ما يلى :

أ - أفالاش Avalanche: مبكر النضج، وأبصاله بيضاء اللون، كروية الشكل، كبيرة الحجم، متوسطة الحرافة، ومتوسطة إلى جيدة المقدرة على التخزين (شكل ٣-٩، يوجد فى آخر الكتاب).

ب - هوايت فيستا White Fiesta: متوسط فى موعد النضج، وأبصاله بيضاء اللون، كروية الشكل وكبيرة الحجم، قليلة الحرافة، وذات مقدرة متوسطة على التخزين.

١٠ - مجموعة أصناف رد سبانش الهجين:

من أمثلتها صنف كارمن Carmen، وهو صنف متأخر النضج، وأبصاله حمراء قاتمة اللون، مفلطحة عميقة، وكبيرة الحجم، متوسطة الحرافة، وذات مقدرة متوسطة إلى جيدة على التخزين (كتالوجات شركات البذور).

هذا .. ويعطى Jones (١٩٣٧) وصفًا لأصناف البصل التى أُنْتِجتْ قبل عام ١٩٣٧، والتى كان لبعضها أهمية كبيرة على مستوى العالم خلال العقود الماضية.

أصناف البصل الأخضر

من أهم أصناف البصل التى تزرع لأجل إنتاج محصول من البصل الأخضر هوايت إبنزر White Ebenzer، وإفرجرين Ever Green، وكريستال جرانو Crystal Crano، وهوايت بورتوجال White Portugal، وهوايت سويت سبانش White Sweet Spanish، وسوث بورت هوايت جلوب .

ومن أصناف البصل القديمة التى مازالت مستعملة فى الزراعة جابانيز بنشنج Japanese Bunching، وهو يتبع النوع *A. fistulosum*، ويطلق عليه اسم Nebuka،

أو He-Shi-Ko والصنف بلتسفيل بنشنج Beltsville Bunching وهو صنـــف نشـــأ مـــن التهجين بين النوعين *A. fistulosum* ، و *A. cepa* , والصنفان الأخيران لا يكوّنا أبصـــالاً (Ware & McCollum ١٩٨٠).

بعض أصناف التخليل

من أهم الأصناف التى تستخدم لإنتاج بصيلات التخليل كل من بـــيرل Pearl، وهوايـــت كوين White Queen، وهوايت بورتوجال White Portugal، وكريستال واكس Crystal Wax، ونقطة الجليد (سنودروب) Snow Drop.

الفصل الرابع

الإحتياجات البيئية، وطرق التكاثر، والزراعة

التربة المناسبة

يزرع البصل فى كافة أنواع الأراضى، من الرملية إلى الطينية الثقيلة، إلا أن أنسب الأراضى هى الطميية الخصبة الجيدة الصرف الغنية بالمادة العضوية، كما أن الأراضى العضوية الجيدة الصرف من أنسب الأراضى لزراعة البصل. ولاتفضل زراعة البصل فى الأراضى الرملية الجيرية، أو الطينية الثقيلة لأن كلتيهما تتماسك وتصبح صلبة؛ مما يؤثر على تكوين الأبصال، ويصعب عملية الحصاد.

ولرقم حموضة التربة (pH) أهمية خاصة فى إنتاج البصل. فمن جهة ينتشر فطر الفيوزاريم المسبب لمرض الجذر الوردى عندما يكون رقم الحموضة ٦,٠. ومن جهة أخرى .. فإن رقم حموضة التربة غير المناسب لتيسر عنصر النحاس يؤدى إلى نقص امتصاصه، ويتبع ذلك أن تصبح حراشيف البصل الخارجية باهتة اللون ورقيقة؛ مما يؤدى إلى تردى نوعية الأبصال المنتجة، وضعف مقدرتها على التخزين. ويناسب البصل - فى غياب الفطر المسبب لمرض الجذر الوردى - رقم حموضة يتراوح من ٥,٨ و ٦,٥. ومن الضرورى أن تكون الأرض خالية من الحشائش بقدر الإمكان، كما يجب أن تكون خالية من مسببات الأمراض التى تعيش فى التربة، وخاصة الفطر المسبب لمرض العفن الأبيض.

ويُعَدُّ البصل من الخضر متوسطة الحساسية للملوحة فى التربة ومياه الرى؛ حيث وجد أن مستوى ملوحة التربة الحرج للبصل (EC) يتراوح بين ٢,٤٣ و ٣,٦٠ مللى موز/سم، وأن زيادة كمية مياه الرى تخفف من أضرار زيادة الأملاح بتلك المياه (Abu-Awwad ١٩٩٦).

العوامل الجوية المناسبة

نستعرض فيما يلى العوامل المناسبة لمحصول البصل. أما التفاصيل الخاصة بتأثير مختلف العوامل الجوية على نمو وتطور نبات البصل، فإنها ستناقش فى الفصل السابع.

يعتبر البصل من خضر الجو البارد، ويقاوم النبات حالات الصقيع الخفيفة، وتبلغ درجة الحرارة المثلى لإنبات البذور حوالى ١٨ْم، إلا أنها تنبت فى مجال حرارى يتراوح من صفر إلى ٣٥ْم، وبصورة جيدة بين درجتى حرارة ١١ و ٢٥ْم، كما يستغرق إنبات البذور نحو أربعة أشهر ونصف على درجة الصفر المئوى .

يمكن لنباتات البصل أن تتحمل حرارة منخفضة تصل إلى -٦ْم، ولكنها تموت فى حرارة تتراوح بين -٨ و -١١ْم، علمًا بأن البادرات الصغيرة تكون أكثر حساسية وتموت فى حرارة تتراوح بين -٦ و -٨ْم، بينما يكون النمو النباتى جيدًا فى حرارة تتراوح بين ١٢ و ٢٤ْم (عن Brewster ١٩٩٤).

هذا .. ويحدث أحسن نمو للبصل، وتكون نوعية الأبصال أفضل ما يمكن عندما تكون درجة الحرارة منخفضة نسبيًّا خلال المراحل الأولى من نمو النبات، ومرتفعة نسبيًّا قرب نضج الأبصال. ويفضل أن يكون الجو جافًا عند الحصاد حتى يمكن إجراء عملية العلاج التجفيفى بصورة جيدة.

يعتبر البصل من نباتات النهار الطويل بالنسبة لتكوين الأبصال، إذا تتكون الأبصال إذا زاد طول الليل عن حد معين. وبرغم أن الأصناف تتفاوت كثيرًا فى طول الفترة الضوئية الضرورية لتكوين الأبصال من ١٢ ساعة أو أقل إلى ١٦ ساعة أو أكثر، إلا أن البصل - بكل أصنافه - يعد من نباتات النهار الطويل. هذا .. ولايمكن إنتاج الأصناف التى تتطلب النهار الطويل فى المناطق ذات النهار الأقل طولاً عن متطلبات هذه الأصناف، لأنها لا تكوّن فيها أبصالاً. كما لايمكن إنتاج محصول اقتصادى من الأصناف التى يكفيها نهار قصير نسبيًا فى المناطق ذات النهار الأطول من احتياجات هذه الأصناف، وذلك لأنها تتجه فيها نحو تكوين الأبصال بسرعة قبل أن يتكون لها مجموع خضرى جيد؛ وبذا يقل المحصول، وتكون الأبصال صغيرة الحجم (Jones & Mann ١٩٦٣).

تُحدث الرياح القوية، وجميع العوامل الجوية التى يمكن أن تضر بأوراق النبات - مثل المطر، والبرد، وسفى الرمال - تأثيرات سلبية كبيرة على محصول البصل وحجم الأبصال المتكونة، ويتباين مدى التأثير حسب مقدار الضرر الحادث للأوراق وموعد حدوثه. فمثلاً .. أدت إزالة ٦٧٪ من أوراق النبات - فى محاكاة لأضرار الرياح - إلى نقص المحصول بدرجة أكبر مما أحدثته إزالة ٣٣٪ من الأوراق، ولكن ازداد مقدار الضرر - فى كلتا الحالتين - عندما

أزيلت الأوراق عند بداية تكوين الأبصال، عما لو كانت إزالتها فى مرحلة مبكرة من النمو. وكان التأثير السلبى لإزالة الأوراق كبيراً على محصول الأبصال الكبيرة التى يزيد قطرها عن ٨,٢٥ سم، كما أدت جميع معاملات إزالة الأوراق - أيًّا كان موعدها أو شدتها - إلى تأخير النضج (Bartolo وآخرون ١٩٩٤).

طرق التكاثر

يتكاثر البصل بالبذور التى قد تزرع فى الحقل مباشرة direct seeding، أو التى قد تستخدم فى إنتاج الشتلات التى تشتل فى الحقل الدائم بعد إنتاجها فى المشاتل، وقد تستخدم البذور فى إنتاج البصيلات onion sets، وهى أبصال صغيرة تنتج عند زراعة البذور بشكل متكاثف، وتستخدم كتقاوٍ فى الموسم التالى. وعند زراعة بصيلات، وشتلات، وبذور من نفس الصنف فى موعد واحد فى الحقل الدائم، فإن نضْج الأبصال يكون بنفس الترتيب السابق الذكر لطرق الزراعة .

وتجدر الإشارة إلى أن التكاثر بالبصيلات يعطى نباتات أكبر حجمًا عند بداية الإنبات مقارنة بالبادرات التى تنتج من التكاثر بالبذور، كما تستغرق النباتات الناتجة من البصيلات وقتا أقل لكى تصل إلى مرحلة بداية تكوين الأبصال، وتكون أكبر حجما من مثيلاتها التى تنتج من زراعة البذور. كذلك يوفر التكاثر بالشتلات وقتا طويلاً - هو الوقت الذى يستغرقه وصول الشتلة إلى الحجم المناسب للشتل - مقارنة بالزراعة بالبذور مباشرة فى الحقل الدائم.

إنتاج البصل من البصيلات

سبقت الإشارة إلى أن التحول من نظام الرى الحوضى إلى نظام الرى المستديم فى مناطق إنتاج بصل التصدير فى مصر العليا أدى إلى تأخير النضج، وانتشار الإصابة بمرض العفن الأبيض. وقد أدى ذلك بالمزارعين إلى زراعة البصل المقوّر (أى زراعة أبصال كبيرة بعد قطعها عرضيًا لتشجيع تفصيصها إلى أجزاء كثيرة) للحصول على محصول مبكر، إلا أن هذه الطريقة فى الزراعة أدت إلى إنتاج محصول ردئ الصفات ذى نسبة عالية من الأبصال المزدوجة والحنبوط (أى التى اتجهت نحو الإزهار وكونت شمراخا زهريًا). ويمكن تلافى هذه العيوب باستخدام البصيلات الصغيرة فى الزراعة.

مميزات وعيوب طريقة إنتاج البصل بزراعة البصيلات

تحقق طريقة إنتاج البصل بزراعة البصيلات المزايا التالية:

١ - التبكير فى الزراعة والتبكير فى نضج المحصول، بحيث يجرى الحصاد فى أواخر ديسمبر وأوائل يناير، وفبراير؛ وبذا يمكن تجنب الإصابة بمرض العفن الأبيض الذى تشتد الإصابة به فى شهر يناير، كما لاتكون الظروف الجوية ملائمة لانتشار أمراض البياض الزغبى، واللفحة الأرجوانية، وغيرها من الأمراض الفطرية .

٢ - يؤدى قصر فترة نمو المحصول فى الأرض وقلة انتشار الأمراض إلى خفض تكاليف الإنتاج بسبب نقص عدد الرشات اللازمة للوقاية من الإصابات المرضية.

٣ - يؤدى التبكير فى الإنتاج إلى زيادة الكميات المصدرة، وإلى توفير المحصول فى الأسواق المحلية فى وقت تخلو فيه الأسواق من محصول الموسم السابق المخزن، مع الاستفادة من الأسعار المرتفعة فى بداية الموسم.

٤ - تحقيق زيادة نسبية فى المحصول بالمقارنة بطرق التكاثر الأخرى.

٥ - سهولة زراعة البصيلات بالمقارنة بالزراعة بطريقة الشتل.

أما أهم عيوب هذه الطريقة فى إنتاج البصل فهى ارتفاع تكاليف التقاوى؛ مما يؤدى إلى زيادة تكاليف الإنتاج. ولكن اتباع هذه الطريقة قد يؤدى إلى خفض نسبى فى تكاليف الإنتاج إذا عمم استخدام الآلات فى الزراعة، وهو الأمر الذى يوفر كثيرًا فى تكاليف الزراعة بسبب نقص العمالة وارتفاع أجورها.

إنتاج البصيلات

تزرع بذور البصل لإنتاج البصيلات - فى أوائل شهر فبراير - فى حقول تخصص لهذا الغرض. وتكون الزراعة كثيفة فى سطور تبعد عن بعضها البعض بمسافة ١٠ إلى ١٥ سم (أو فى حزام بعرض ٧-١٠سم كل ١٥-٢٠سم)، وعلى عمق ٦ إلى ١٢ مم، وتجرى إما يدويًا، أو بآلات التسطير، سواء أكانت يدوية، أم بموتور، أم تسحب خلف الجرار. يلزم لزراعة الفدان بهذه الطريقة نحو ٤٠-٥٠ كجم من البذور (أو حوالى ١٠-١٢ جم من البذور لكل متر مربع من المشتل). ويؤدى الالتزام بهذه الكمية المرتفعة من التقاوى إلى إنتاج أعلى نسبة من البصيلات التى يتراوح قطرها من ٨-١٦مم ويتراوح وزنها بين ٢

و٣ جرامات (شكل ٤-١، يوجد فى آخر الكتاب)، وهى أصلح الأحجام للزراعـــة. هـــذا .. بينما يؤدى خفض كمية التقاوى إلى ٢٥-٣٥ كجم من البذور - للفدان - إلى زيادة نســبة البصيلات التى يزيد قطرها عن ٢,٥سم، وهى التى تؤدى عند زراعتها إلى إنتـــاج نســبة عالية من الأبصال المزدوجة والحنبوط.

يجب رى الأرض قبل زراعة البذور حتـــى تنمـــو الحشـــائش التـــى تكـــافح برشـــها بالجراماكسون بتركيز ٠,٥٪، ويلزم للفدان نحو ٢٠٠ لتر من محلول الرش، وتقضى هـــذه المعاملة على جميع النموات الخضراء. وللمزيد من الوقاية من الأعشـــاب الضـــارة فإنـــه يوصى برش الأرض بعد زراعة البذور، وقبل الرى بالداكتال بتركيز ٢٪. ويلزم لذلك ٢٠٠ لتر من محلول الرش - الذى يحتوى على ٤ كجم من المبيد - للفدان.

كما يمكن مكافحة الحشائش فى مشاتل إنتاج البصيلات بالمعاملة قبل الإنبات بأى مـــن الجول Goal (oxyfluorfen)، أو البرومينال Brominal (bromoxynil) بمعدل ٧٥٠ مـــل (سم^3)/فدان (Farrag & Koriem ١٩٩٥).

يروى الحقل بعد الزراعة مباشرة، ويكرر الرى بعد ٤ أيام، ثم أســـبوعيًا بعـــد ذلـــك. ويراعى أن يكون الرى منتظمًا، وببطء حتى لاتجـــرف البذور، ثم تتجمع فى مكان واحـــد، أو تتعفن نتيجة لتجمع الرطوبة فى بعض الأماكن من الحقل. ويمنع الـــرى قبـــل الحصـــاد بحوالى أسبوعين.

ويسمد الحقل لإنتاج البصيلات عند إعداده للزراعة بحوالـــى ١٥ وحـــدة بوتاســـيوم، وحوالى ٤٥ وحدة فوسفور، كما تسمد النباتات أثناء نموها بنحو ٦٠-٩٠ وحـــدة آزوت، تضاف على دفعتين بعد ٢٠ و ٤٠ يومًا من زراعة البذرة. ويفضل زيادة عدد مرات إضافة السماد الآزوتى فى الأراضى الرملية، كما يفضل خفـــض كميـــة الآزوت المســـتعملة فـــى الأراضى الخصبة إلى ٤٠ كجم للفدان.

يعتنى بمقاومة الآفات فى حقل إنتاج البصيلات، خاصة حشرتى التربس وذبابة البصل. ويتم ذلك بالرش بالأكتلك بمعدل ٢ لتر للفدان بعد الزراعة بحوالى شهر، ثم تعطـــى رشـــة أخرى بعد ١٥ يومًا من الأولى، ويمكن استعمال أى من المبيدات الأخرى المناســـبة بديـــلاً عن الأكتلك.

تنضج البصيلات بعد نحو ثلاثة أشهر من الزراعة؛ وبذا فإنها تحصد فى أوائل شهر مـــايو. ويجرى الحصاد قبل جفاف العروش الخضـــراء حتى يسهل تقليـــع النباتات، ويتم ذلك إما يدويًّـــا أو آليًّا، ثم تترك النباتات بعد تقليعها فى مكانها فى الحقل لمدة أسبوعين، مع مراعاة أن تكـــون البصيلات مظللة بعروشها، ويؤدى ذلك إلى جفاف النموات الخضرية تمامًا؛ وبذا يمكـــن فصـــل البصيلات عنها بسهولة بفركها. وتُفرّد البصيلات بعد ذلك فى الظل فى مكان جيد التهوية.

هذا .. ويصل إنتاج الفدان من البصيلات إلى نحو ٣ أطنان، ويفضل تخزين البصيـــلات لحين زراعتها فى درجة الصفر المئوى، وذلك لأن التخزين فـــى درجـــة حـــرارة ٥-١٥°م يشجع على زيادة نسبة الإزهار المبكر، بينما يؤدى التخزين فى درجات الحرارة الأعلى من ذلك إلى طراوة البصيلات المخزنة وتزريعها. وتفضل أن تتراوح الرطوبـــة النســبية فـــى مخازن البصيلات بين ٦٠٪ و ٧٠٪.

زراعة البصيلات

تزرع البصيلات خلال الفترة من منتصف أغسطس إلى نهاية شـــهر ســبتمبر. وكلمـــا تأخرت الزراعة، أدى ذلك إلى زيادة نسبة النباتات التى تتجه نحو الإزهار بدلاً من تكويـــن محصول من الأبصال، وهى النباتات التى تعرف باسم الحنبوط، وذلك لأن الزراعة المتأخرة تؤدى إلى تعرض البصيلات فى بداية مراحل نموها لدرجة حرارة منخفضة؛ وبذا تحصـــل على حاجتها من البرودة، فتتجه نحو الإزهار فى موسم النمو الأول. وتعرف هذه الظـــاهرة باسم الإزهار المبكر،أو الإزهار الحولى.

تجهز الأرض للزراعة بحرثها جيدًا، ثم تقام خطوط بعرض ٥٠سم (أى بمعدل ١٤ خطًّا فى القصبتين)، مع تقسيم الأرض إلى شرائح (فِرَدْ)، بحيث يتراوح طول الخـــط مـــن ٣-٤ أمتار. ويراعى أن يكون اتجاه الخطوط من الشمال إلى الجنوب حتى تتقارب درجة الحرارة على ريشتى الخط الشرقية والغربية. وتتم الزراعة بغرز البصيلات قائمة على ريشتى الخط على مسافة ٥-٧ سم من بعضها البعض مع تغطية قمتها بغطاء رقيق من التربة، إما فـــى التربة الجافة إن كانت خفيفة، أو فى وجود الماء فى الأراضى الثقيلـــة لتســهيل عمليـــة الزراعة. وهناك آلات خاصة لزراعة البصيلات على الأبعاد المناسبة، وبالعمق الذى يســمح بظهور قمتها فقط على سطح التربة. وتؤدى زراعة البصيلات مائلة - كما يحـــدث عنـــد الزراعة آليًّا - إلى نقص المحصول بنسبة قد تصل إلى ٣٠٪.

هذا .. ويحتاج الفدان لزراعته بهذه الطريقة إلى نحو ٢٠٠ كجم من البصيلات التى يتراوح قطرها من ٨-١٦ مم، وتزداد كمية البصيلات اللازمة زيادة كبيرة بزيادة حجم البصيلات عن ذلك، كما تؤدى زراعة البصيلات التى يزيد قطرها عن ٢,٥ سم إلى زيادة نسبة الأبصال المزدوجة والحنبوط (معهد بحوث الإرشاد الزراعى والتنمية الريفية ١٩٨٥).

وقد قارن Shalaby وآخرون (١٩٩١أ) زراعة بصيلات من صنف جيزة ٦ محسن تراوحت أقطارها بين ٤ و ٢٤ ملليمترًا بكثافة تراوحت بين ٤٠ و ١٦٠ بصيلة/م^{2} فى منتصف سبتمبر فى أسيوط بمصر العليا، وحصلوا على أعلى محصول كلى، ومحصول صالح للتسويق، ومحصول صالح للتصدير عند زراعة بصيلات تراوحت أقطارها بين ٨ و١٦ مم بكثافة ١٦٠ بصيلة/م^{2}. وكانت نسبة الأبصال المزدوجة - داخليًا أو خارجيًا - والمحصول غير الصالح للتسويق أقل ما يمكن عندما زُرعت أبصال بقطر ٤-٨ مم بكثافة ١٦٠ بصيلة/م^{2}. كذلك نقصت نسبة النباتات الحنبوط عندما زرعت أبصال بقطر ٤-٨ مم، ولكن الحنبطة (الإزهار المبكر) لم تتأثر بكثافة الزراعة.

إنتاج البصل بطريقة الشتل (البصل الفتيل)

تعتبر طريقة زراعة البصل بالشتلات هى الطريقة السائدة لإنتاج البصل فى مصر، وهى أقل تكلفة من طريقة الزراعة بالبصيلات، إلا أن محصولها أقل. وعلى الرغم من ذلك فإنها قد تُدر ربحًا أكبر، وذلك لأن فرق الزيادة فى المحصول عند الزراعة بالبصيلات قد لايعوض التكاليف الإضافية المتمثلة فى ثمن البصيلات.

ومن أهم مزايا زراعة البصل بطريقة الشتل، مقارنة بالزراعة بالبذور مباشرة فى الحقل الدائم، ما يلى:

١ - إمكان زراعة البصل فى المناطق التى يكون فيها موسم النمو قصيرًا.

٢ - إمكان تنظيم الدورة الزراعية بصورة أفضل.

٣ - التحكم فى مسافة الزراعة وكثافة الزراعة.

ولكن يُعاب على الزراعة بالشتل احتياجها إلى أيدى عاملة لإجراء عملية الشتل . ويسمى المحصول الناتج من زراعة الشتلات باسم البصل الفتيل.

إنتاج الشتلات وخدمة المشاتل

تزرع بذور البصل لإنتاج الشتلات فى عروات متتابعة خلال الفترة من شهر أغسطس إلى شهر فبراير، ويطلق على هذه الزراعات المتتابعة أسماء العروات الشتوية المبكرة، والشتوية المتأخرة، والصيفية المبكرة، والصيفية المتأخرة، ولكن لايوجد حد فاصل بين العروة والعروة التى تليها. وتعد العروة الشتوية المبكرة التى تزرع بذورها خلال شهرى أغسطس وسبتمبر من أهم هذه العروات، وهى التى يخصص محصولها للتصدير. وتزرع العروات الشتوية فى محافظات الوجه القبلى، بينما تزرع العروات الصيفية فى محافظات الوجه البحرى ويكون أغلبها محملاً على القطن.

يجب الاهتمام باختيار قطعة الأرض المناسبة لإنتاج شتلات البصل، لما لذلك من أهمية كبيرة فى نجاح عملية إنتاج الشتلات. ومن أهم الشروط التى يجب توافرها فى مشتل البصل ما يلى:

١ - أن تكون التربة طميية حتى يكون إنبات البذور جيدًا، وحتى يسهل تقليع الشتلات من المشتل دون الإضرار بجذورها.

٢ - أن تكون التربة خالية من الأعشاب الضارة، والفطر المسبب لمرض العفن الأبيض. ويراعى ألا تسمد بالسماد البلدى حتى لا يكون مصدرًا لهذه الآفات.

٣ - أن يسهل ريها فى أى وقت دون الانتظار لمناوبات الرى.

٤ - أن تكون بعيدة عن أكوام السماد البلدى التى تكون عادة موبوءة بالحفار.

تجهز أرض المشتل للزراعة بحرثها وتزحيفها، ثم يتم تقسيمها جيدًا إلى أحواض لاتزيد مساحتها عن ٣×٤ م، ويفضل أن تكون مساحتها ٢ × ٣ م لضمان انتظام عملية الرى، وتزرع البذور نثرًا فى الأحواض، ثم تغطى بإثارة التربة بلوح خشبى، أو بجريد النخيل. ويحتاج فدان المشتل إلى نحو ٤٥ كم من البذور، وتزداد كمية التقاوى إلى نحو ٥٠-٦٠ كجم فى حالات الزراعة المبكرة فى شهر أغسطس، وأوائل شهر سبتمبر، وذلك لأن درجة حرارة التربة المرتفعة حينئذ تؤثر بشكل ضار على إنبات البذور. هذا .. ويلزم نحو ٤-٥ كجم من البذور لإنتاج شتلات تكفى لزراعة فدان، وتزرع هذه الكمية فى مساحة حوالى ٤-٥ قيراط (القيراط: ١٧٥ م^{٢}).

وقد تجهز أرض المشتل بإقامة خطوط يبلغ عرضها نحو ٥٠ سم (أى يكون التخطيط بمعدل ١٤ خطًا فى القصبتين)، ثم تقسم إلى شرائح (حواويل) مناسبة للرى، ويجب أن

يكون اتجاه التخطيط من الشمال إلى الجنوب حتى تتعرض ريشتا الخط الشرقية والغربية للشمس لفترات متساوية، ثم تزرع البذور فى مجريين على جانبى الثلث العلوى من الخط على عمق حوالى ١ سم. ويحتاج فدان المشتل بهذه الطريقة إلى نحو ٣٠ كجم من البذور، ثم يروى المشتل ببطء (على البارد)، وبحيث لاتصل مياه الرى إلى رؤوس الخطوط. وأهم ما يميز إنتاج الشتلات بهذه الطريقة هو ارتفاع نسبة إنبات البذور، وزيادة نسبة الشتلات الصالحة للزراعة؛ وبذا فإنها تحقق وفرا فى كمية التقاوى اللازمة (حوالى الثلث بالمقارنة بطريقة الأحواض)، كما أن هذه الطريقة تسمح بسهولة إجراء عمليتى تنقية الحشائش وتقليع الشتلات.

وبالإضافة إلى الطريقتين السابقتين، فإن زراعة المشاتل قد تكون فى سطور باستعمال المساطر اليدوية أو الآلية. ويشترط لنجاح هذه الطريقة أن تكون الأرض ناعمة ومستوية تمامًا، ويفضل أن يكون الرى بطريقة الرش، وتحرث الأرض أولاً بصورة جيدة وتسوى، ثم تقسم إلى فِرَد طولية بعرض حوالى ٣ أمتار، ويلى ذلك تقسيم هذه الفِرد إلى أحواض بطول ٤-٥ أمتار. وتزرع البذور داخل الأحواض فى سطور تبعد عن بعضها بمسافة ١٠-١٥ سم، وعلى عمق حوالى ١ سم. ويحتاج فدان المشتل إلى نحو ٢٠ كجم من البذور. وأهم ما يميز إنتاج الشتلات بهذه الطريقة ارتفاع نسبة الإنبات، وتجانس نمو الشتلات؛ وبذا .. تقل كمية التقاوى اللازمة. وعلاوة على ذلك، فإنها تسمح بسهولة تنقية الحشائش بين سطور الزراعة.

ويرى Robb وآخرون (١٩٩٤) إمكانية استعمال الأصص الورقية paperpots (عش النحل) فى إنتاج شتلات البصل وشتلها آليًّا، حيث أمكن إجراء الشتل باستعمال الشتالة المعروفة باسم بى إس تى BST - والتى تخدم أربعة خطوط فى الوقت الواحد - بسرعة وصلت إلى ٠,٤ أيكر (حوالى ٠,٩٥ فدان) فى الساعة.

كذلك يرى Herison وآخرون (١٩٩٣) إمكان إنتاج شتلات البصل فى شتّالات تحتوى على ٢٠٠ عين مع زراعة بذرة واحدة إلى ثلاث بذور فى كل عين، علمًا بأن زيادة عدد النباتات فى كل عين إلى نباتين أو ثلاثة نباتات ترتب عليه صغر حجم الشتلات المنتجة وتبكير الحصاد بنحو أسبوع واحد ونقص نسبة الأبصال الكبيرة (التى يزيد قطرها عن ١٠٢ مم)، ولكن ذلك كان مصاحبًا بزيادة فى محصول الأبصال التى يزيد قطرها عن ٧٦ مم.

وقد جرت محاولات لإنتاج شتلات البصل فى الشتّالات مع زراعة ٣-٧ بذور فى كل عين، ثم شتل البادرات الناتجة معًا فى الحقل لتعطى عددًا مماثلاً من الأبصال التى تنمو كل منها فى المساحة الخالية المجاورة لها. ويتم الشتل بمعدل ١٠ مجموعات من البادرات - التى تحتوى كل منها على ٥-٦ بادرات - فى كل متر مربع من الحقل. وتتبع هذه الطريقة للزراعة على نطاق تجارى فى إنجلترا. وقد يستعمل لهذا الغرض مكعبات البيت المضغوط التى يبلغ طول ضلعها ٢٧ مم. وتعرف هذه الشتلات باسم multi-seeded module transplants (عن Brewster ١٩٩٤).

يجب إجراء الرية الأولى للمشتل الحقلى ببطء (على البارد) حتى لاتنجرف البذور مع مياه الرى، خاصة فى حالة الزراعة فى أحواض، كذلك يجب أن تكون الرية الأولى بطيئة عند الزراعة على خطوط، وبحيث يصل الماء إلى البذور بالخاصية الشعرية، ويراعى ألا تغطى مياه الرى رؤوس الخطوط. أما الرية الثانية فتكون بعد حوالى ٣-٤ أيام من رية الزراعة، وتكون الرية الثالثة بعد حوالى ٥-٧ أيام من الرية الثانية .. وتتوقف المدة على نوع التربة، كما تكون هذه الريات متقاربة نوعًا ما حتى لايتشقق سطح التربة؛ مما يؤدى إلى جفاف البادرات والإضرار بها. أما بعد ذلك فيكون الرى كل ٧-١٠ أيام، ويوقف الرى قبل تقليع الشتلات بنحو ١٠ أيام. وقد يروى المشتل قبل التقليع بيومين أو ثلاثة أيام حتى لاتنقطع الجذور عند تقليع الشتلات فى الأراضى الثقيلة.

تسمد المشاتل بنحو ٢٠٠ كجم من سوبر فوسفات الكالسيوم للفدان تضاف عند تجهيز أرض المشتل، ونحو ١٠٠ كجم سلفات بوتاسيوم تضاف عند الزراعة. أما السماد الآزوتى فيضاف نثرًا فى حالة الزراعة فى سطور أو فى الأحواض، أو فى حزام ضيق (سرسبة) أسفل خطوط الشتلات فى حالة الزراعة فى خطوط، ويكون ذلك بمعدل ١٠٠ كجم من سلفات النشادر للفدان تضاف على دفعتين : الأولى بعد ٣ أسابيع من الزراعة، والثانية بعد أسبوعين من الأولى.

من الضرورى أن يتم رش المشاتل دوريًا للوقاية من الآفات، خاصة حشرات التربس وذبابة البصل. وتجرى الرشة الأولى بعد نحو ٣ أسابيع من الزراعة، ثم يكرر الرش كل أسبوعين بعد ذلك، باستخدام فولاتون ٥٠٪ مستحلب بمعدل ٢ لتر فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان، أو أكتيليك ٥٠٪ مستحلب بنفس المعدل للفدان فى كل رشة. ويكفى رشة واحدة فى محافظات: أسيوط، وسوهاج، وقنا، والوادى الجديد، على أن تجرى قبل نقل الشتلات بأسبوعين. وتلزم ٣ رشات فى المشاتل المتأخرة التى تزرع فى منتصف أكتوبر وأوائل

نوفمبر فى الوجه البحرى، وبعض مناطق مصـــر الوســطى. وتكــافح دودة ورق القطــن والدودة الخضراء فى المشاتل باللانيت ٩٠٪ القابل للذوبان بمعدل ٢٠٠ جم فى ٤٠٠ لــتر ماء للفدان فى كل رشة، على أن يبدأ الرش بمجرد ظهور الإصابة. ويمكن حماية المشــاتل من دودة ورق القطن التى تزحف إليها من الحقول المجاورة، وذلك بتعفير حوافها بـــالجير الحى مع عدم زراعة البصل المقوّر حول أحواض المشتل. ويكافح أكاروس البصل بـــالرش بمستحلب التيدفول بمعدل لتر من المبيد فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان. ويراعـــى فـــى جميـع الحالات عدم رش المشاتل حينما توجد تشققات ظاهرة على سطح التربة (أى لاترش وهـــى شراقى)، بل يجب أن يكون بها مستوى مناسب من الرطوبة.

يعتبر البياض الزغبى من أهم الأمراض التى تظهر فى المشاتل، خاصـــة فـــى الوجـــه البحرى؛ لذا فإنه يلزم رشها كل ١٠ أيام خلال شهرى : ديسمبر ويناير، وذلك لوقايتها من الإصابة. ويستخدم لذلك ريدوميل م.ز ٥٨ بمعدل ١ كجم من المبيد فـــى ٤٠٠ لــتر مـــاء للفدان، ودياثين م ٢٢ بمعدل ١ كجم مع تراتيون ب ١٩٥٦ بمعدل ٢٠٠ مـــل ، ويضــاف كلاهما إلى ٤٠٠ لتر ماء للفدان.

تتم تنقية الحشائش يدويًا كلما ظهرت، مع مراعاة المحافظة على الشتلات، ولكن يفضل استعمال مبيدات الحشائش.

وقد حظيت مشاتل البصل بتوصيات عديدة خاصة باســتعمال المبيـــدات فـــى مكافحـــة الحشائش فى برامج مكافحة الآفات (وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربيـــة ١٩٨٥)، وذلك لما للأعشاب الضارة من أهمية بالغة فى مشاتل البصل. فقد أوصى بمكافحة الســـعد فى المشاتل بالإبتام ٧٢٪ بمعدل ٦ لتر للفدان تضاف إلى ٢٠٠ لتر مـــاء عنـــد اســتعمال الرشاشات اليدوية، أو إلى ٤٠٠ لتر ماء عند استعمال الموتور فى الرش. وتتم المعاملـــة برش تربة المشاتل الناعمة الجافة، ثم تقلب التربة، ثم تروى على أن تكون زراعة البـــذور بعد ذلك بثلاثة أسابيع على الأقل.

أما الحشائش الحولية فتكافح فى المشاتل بأحد المبيدات التالية:

١ - داكتال ٧٥٪ بمعدل ٤ كجم للفدان تضاف إلى ٢٠٠ لتر، أو ٤٠٠ لتر مـــاء عنـــد استعمال الرشاشة اليدوية أو الموتور على التوالى، وتتم المعاملة مرة واحدة بعد زراعـــة البذور وقبل الرى.

٢ - داكتال ٧٥٪ بمعدل ٣ كجم تضاف إلى ٣٠٠ لتر ماء، على أن تتم المعاملة بعد أربعة أيام من زراعة البذور، وقبل بزوغ البادرات، ثم تعامل المشاتل مرة أخرى (في الوجه القبلي فقط) بمبيد بريفوران ٣٠٪ بمعدل ٢ لتر تضاف إلى ٣٠٠ لتر ماء، وتجرى المعاملة بعد أسبوعين من المعاملة الأولى.

٣ - توك ٢٥٪ بمعدل ٦ لتر تضاف إلى ٣٠٠ لتر ماء، وتجرى المعاملة بعد أربعة أيام من زراعة البذور، وقبل بزوغ البادرات، ثم تعامل المشاتل مرة أخرى (في الوجه القبلي فقط) بمبيد بريفوران ٣٠٪، بمعدل ٢ لتر تضاف إلى ٣٠٠ لتر ماء، وتجرى المعاملة بعد أسبوعين من المعاملة الأولى.

تبقى النباتات في المشتل لمدة ٧-٨ أسابيع في الزراعات المبكرة، ونحو ٩-١٠ أسابيع في الزراعات المتأخرة، وأفضل الشتلات هي تلك التي يتراوح قطر ساقها من ٦-٨ مم، والتي يبلغ طولها من ١٥-٢٥سم، وتستبعد الشتلات الأصغر (العفارة) والأكبر من ذلك. وعلى الرغم من أن الشتلات الكبيرة تعطي محصولاً أكبر، إلا أن استخدامها في الزراعة يصاحبه زيادة كبيرة في نسبة الأبصال المزدوجة، والتي تزهر مبكرًا (الحنبوط). ويؤدي تأخير تقليع الشتلات إلى بدء تكوينها للرؤوس، ويطلق على هذه الشتلات اسم الساقطة (أو البايضة)، وهي التي يؤدي استعمالها إلى زيادة نسبة الأبصال التي تتجه نحو الإزهار المبكر (الحنبوط)، وإن لم تزهر فإنها تستمر في تكوين الأبصال بعد الشتل مباشرة، وتكون الأبصال الناتجة منها صغيرة الحجم.

يجب أن يكون قطر الساق الكاذبة للشتلة عند الشتل حوالي ٣,٥ مم، وهي تصل إلى هذا الحجم في خلال ١١ أسبوعًا من الزراعة إذا تراوحت درجة الحرارة بين ١٠°م ليلاً و١٧°م نهارًا.

وقد تبين من دراسات Mohanty وآخرين (١٩٩٠) ازدياد المحصول ومتوسط وزن البصلة بزيادة عمر الشتلات بين ٦ و ١٠ أسابيع، حيث ازداد المحصول الناتج من زراعة شتلات بعمر ١٠ أسابيع و ٨ أسابيع بمقدار ٩٦٪ و ٥٣٪ - على التوالي - مقارنة بالمحصول الناتج من زراعة شتلات بعمر ٦ أسابيع.

كما وجد Herison وآخرون (١٩٩٣) أن زيادة عمر الشتلات عند الشتل بين ٨ و ١٢ أسبوعًا، وزيادة مستوى التسميد الآزوتي للشتلات أثناء إنتاجها بين ٧٥ و ٢٢٥ جزءًا في

المليون من النيتروجين أدى إلى إنتاج شتلات أكبر حجمًا عند الشتل، وأبصال أكبر قطرًا عند الحصاد، حيث كان متوسط وزن البصلة عند الحصاد، ومحصول الأبصال الأكبر من ٧٦ مم فى القطر أكبر عندما استُعمِلت شتلات بعمر ١٠ أو ١٢ أسبوعًا سمدت أثناء إنتاجها بمعدل ١٥٠ أو ٢٢٥ جزءًا فى المليون من النيتروجين.

تقلع الشتلات وتربط فى حزم صغيرة، بكل منها نحو ١٠٠ شتلة، ولاينصح بتقليم أوراق، أو جذور الشتلات، لأن ذلك يؤدى إلى نقص المحصول. ويعد تقليم الجذور أقل ضررًا من تقليم الأوراق. ويلجأ المزارعون للتقليم لتسهيل عملية الشتل. كذلك يلجأ بعض المزارعين إلى (تنشير) الشتلات بعد تقليمها، وقبل شتلها. وينصح البعض بألا تزيد فترة التنشير عن ثلاثة أيام.

زراعة الشتلات فى الحقل الدائم

تزرع الشتلات فى الحقل الدائم يدويًّا إما فى سطور، وإما على خطوط. وتتبع طريقة السطور فى أغلب محافظات الوجه القبلى التى يخصص محصولها للتصدير، وتتلخص هذه الطريقة فى إعداد الأرض بصورة جيدة، ثم تقسيمها إلى أحواض كبيرة، ثم تفتح فيها سطور بالفأس لعمق ٥-٧ سم، وعلى بعد نحو ١٨-٢٠ سم من بعضها البعض (أى بمعدل ٤٠ سطرًا فى القصبتين). وتوضع الشتلات فى هذه السطور على بعد ٥-٧ سم، وبحيث تكون قاعدتها على عمق حوالى ٢,٥ سم ، ثم تثبت فى مكانها بالتراب. ويلى ذلك رى الأحواض بهدوء (على البارد) حتى لاتنجرف الشتلات أمام مياه الرى، وتجدر الإشارة إلى أن الزراعة العميقة تقلل من حالات ازدواج الأبصال، ولكن الأبصال الناتجة تكون مطاولة قليلاً، كما تؤدى إلى انفصال الحراشيف الخارجية الجافة عن الساق القرصية عند الحصاد؛ مما يؤدى إلى تقشر الأبصال وتعرضها للإصابة بالأعفان.

أما فى حالة الزراعة على خطوط، فإن أرض الحقل الدائم تحضر جيدًا بالحرث والتزحيف، وتقام الخطوط بعرض ٥٠ سم (أى يكون التخطيط بمعدل ١٤ خطًا فى القصبتين) ويفضل أن يكون اتجاه التخطيط من الشمال إلى الجنوب، وذلك لأن التخطيط فى الاتجاه الشرقى - الغربى يؤدى إلى زيادة نسبة الأبصال (الحنبوط) على الريشة الشمالية، وذلك لأن نباتاتها تتعرض لدرجات حرارة منخفضة أثناء نموها، مما يُـهيؤها للإزهار. ويجرى الشتل على جانبى الخط بالتبادل (رجل غراب) على أبعاد ٥-٧ سم بين الشتلات.

ويمكن أن يجرى الشتل والتربة جافة، ثم يروى الحقل على البارد بعد الشتل، أو تزرع الشتلات بعد غمر الأرض بالماء لثلثى الخط، ثم يروى ريَّةً خفيفةً (تجرية) بعد الشتل بيوم أو يومين، أو أن يتم الشتل فى وجود الماء. أما فى الأرض الرملية فإن عرض الخط يكون ٤٠ سم (أى يكون التخطيط بمعدل ١٨ خطًّا فى القصبتين)، ويكون الشتل على ظهر الخط فى سطر واحد. وعند تحميل البصل على القطن تشتل شتلات البصل قبل زراعة بذور القطن، وعلى نفس الخطوط المستعملة فى إنتاج القطن. ويكون الشتل إما على ظهر الخطوط، أو على نفس الريشة المستخدمة فى زراعة القطن، وعلى مسافة ٢٠-٤٠ سم بين الشتلة والأخرى (Jones & Mann ١٩٦٣، ومرسى وآخرون ١٩٧٣، ومعهد بحوث الإرشاد الزراعى والتنمية الريفية ١٩٨٥، ووزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية ١٩٨٥).

ويعد شتل البصل آليًّا عملية شبه مستحيلة، وذلك لأن البصل يزرع على مسافات ضيقة، سواء أكان ذلك بين السطور، أم بين النباتات فى السطر الواحد، فإذا كانت آلة الشتل تسير بسرعة ٤٠٠ م فى الساعة، ويعمل عليها ٥ عمال للشتل، وعاملان لتزويد الآلة بالشتلات بالإضافة إلى السائق، فإنه لايمكن استخدامها فى شتل أكثر من فدان واحد يوميًّا، أو نحو ٦٠ فدانًا فى الموسم الزراعى كله، والذى يمتد لنحو شهرين.

هذا .. ويؤدى نقص مسافة الزراعة بين النباتات عن ٥ سم إلى تكوين أبصال صغيرة وغير منتظمة الشكل. وتؤدى زيادتها بين النباتات إلى ٥-٧ سم إلى تكوين أبصال صغيرة وغير منتظمة الشكل. أما زيادتها عن ٧ سم، فإنها تؤدى إلى زيادة نسبة الأبصال ذات الرقاب السميكة thick necks، وتأخير النضج، ونقص المحصول الكلى على الرغم من زيادة حجم الأبصال المتكونة، كما وجد Shaheen & El-Habbasha (١٩٨٥) أن زيادة عدد صفوف الزراعة من اثنين على ريشتى الخط إلى ثلاثة على ريشتى وقمة الخط أدت إلى نقص معنوى فى قطر البصلة، ومتوسط وزنها، إلا أن ذلك كان مصاحبًا بزيادة فى طول النبات، والمحصول الكلى، ونقص فى نمو الحشائش الحولية والمعمرة.

كذلك وجد Rizk وآخرون (١٩٩١) - فى أسوان - أن محصول البصل الصالح للتسويق وغير الصالح للتسويق نقصا بزيادة المسافة بين سطور الزراعة من ٥ سم إلى ١٥ سم. كما وجدوا أن زيادة كثافة الزراعة بين ٤١٠٠٠ و ٢٤٦٠٠٠ نبات/هكتار (١٧٢٣٠ و ١٠٣٣٦٠ نبات/فدان) - سواء بزيادة عدد السطور فى المصطبة الواحدة من

إثنين إلى أربعة سطور، أم بنقص المسافة بين النباتات فى السطر من ٢٢,٩ سم إلى ٧,٦ سم – أدت إلى زيادة المحصول الكلى والمحصول المبكر، ونقص متوسط وزن البصلة، علمًا بأن تأثُر وزن البصلة كان بالمسافة بين النباتات فى الخط وليس بالمسافة بين السطور، وذلك فى الحدود المبينة أعلاه (Stoffella ١٩٩٦).

ووجد Farghali & Zeid (١٩٩٥) أن زيادة كثافة الزراعة من ٢٤٠ ألف نبات بالفدان إلى ٣٦٠ ألف نبات، ثم إلى ٧٢٠ ألف نبات بالفدان صاحبتها زيادة فى المحصول الكلى، مع نقص فى متوسط وزن البصلة، ولكن وزن البصلة وقطرها ازدادا مع زيادة مستوى التسميد الفوسفاتى حتى ٣٦٠ كجم سوبر فوسفات أحادى للفدان.

إنتاج البصل بزراعة البذور مباشرة فى الحقل الدائم

يسمى المحصول الناتج من زراعة البذور فى الحقل الدائم بالبصل الفتيل، مثله فى ذلك مثل المحصول الناتج من الزراعة بالشتلات. وتعطى الزراعة بالبذور مباشرة محصولا أعلى مما فى طرق الزراعة الأخرى، إلا أن المحصول الناتج تزيد فيه نسبة الأبصال المزدوجة. وتزرع البذور وتجرى العمليات الزراعية الأخرى آليًا، وتتبع هذه الطريقة فى العديد من دول العالم نظرًا لما تحققه من توفير كبير فى تكاليف الإنتاج، خاصة فيما يتعلق ببند العمالة. وعلى الرغم من ذلك فهى لاتطبق فى مصر إلا على نطاق ضيق، ويرجع ذلك إلى صغر مساحة الحيازات الزراعية. ومن المعتقد أن هذه الطريقة سيكون لها مستقبل – فى زراعة البصل – فى الأراضى الحديثة الاستصلاح التى تقل فيها نسبة الكالسيوم فى التربة.

ويشترط لنجاح الزراعة بالبذور فى الحقل مباشرة أن تتحقق الشروط التالية:

١ – العناية بخدمة الحقل وتسوية الأرض، وتنعيمها جيدًا، وتوفير كافة الظروف التى تناسب إنبات البذور سريعًا وبصورة متجانسة، مثل: استعمال بذور ذات حيوية عالية، والزراعة غير العميقة، وتوفير الرطوبة الأرضية.

٢ – استخدام مبيدات الحشائش فى مكافحة الحشائش التى تنافس بادرات البصل الصغيرة، ويصعب مكافحتها بالطرق الأخرى.

٣ – استخدام الآلات فى الزراعة للتحكم فى كمية التقاوى المستخدمة بحيث يستغنى كلية عن عملية الخف المكلفة، أو أن تكون فى أضيق الحدود.

٤ - كما يفضل استخدام البذور المغلفة pelleted seeds فى الزراعة ليمكن التحكم فى مسافة الزراعة.

كمية التقاوى وكثافة الزراعة

تختلف كمية التقاوى المستعملة حسب الغرض من الزراعة. ويوضح جدول (٤-١) كمية التقاوى التى ينصح بزراعتها فى ولاية كاليفورنيا الأمريكية عند زراعة البذور مباشرة فى الحقل الدائم (عن Voss ١٩٧٩).

جدول (٤-١) : كمية التقاوى التى ينصح بها فى كاليفورنيا عند زراعة البذور مباشرة فى الحقل الدائم .

الغرض من الزراعة	كمية التقاوى التى ينصح بها للأيكر[1] (كجم)
إنتاج بصل التصنيع للتجفيف	١,٧٥ - ٢,٠٠
إنتاج بصل الاستهلاك الطازج	١,٠ - ١,٢٥
إنتاج البصل الأخضر	٥,٠ - ٨,٠
إنتاج البصيلات التى تستخدم فى التكاثر	٢٥,٠ - ٣٥,٠
إنتاج بصيلات التخليل	٩,٠
إنتاج الشتلات	٧,٠ - ٩,٠

(١) الأيكر = ٠,٩٦٣ فدان مصرى = ٤٠٤٦,٨٥ مترًا مربعًا .

وتؤدى زيادة كثافة الزراعة - فى حدود المدى المناسب - إلى التبكير فى موعد النضج وزيادة المحصول (Brewster وآخرون ١٩٩١). وفى فلوريدا .. يزرع البصل بالبذرة مباشرة بكثافة تصل إلى ٢٤٧٠٠٠ نباتًا/هكتار (١٠٣٧٨٠ نباتًا/فدان) أو أعلى من ذلك (عن Stofella ١٩٩٦).

وقد أعطت كثافة زراعة مقدارها ٤٠٠ نبات/م² أعلى محصول من الأبصال، وتناقصت كمية المحصول إلى مستويات جوهرية بزيادة كثافة الزراعة عن هذا الحد، إلا أن كثافة الزراعة المناسبة التى لاتزيد فيها نسبة الأبصال الصغيرة عن الحدود المقبولة تراوحت بين ٧٠ و ٨٠ نباتًا/م² .

ويتم التحكم فى حجم الأبصال المتكونة - إلى درجة كبيرة - بالتحكم فى كثافة الزراعة. فمثلاً تُنتج البصيلات بالزراعة فى كثافة تتراوح بين ١٠٠٠ و ٢٠٠٠ نبات فى المتر المربع، بينما يلزم

لإنتاج أبصال يصل قطرها إلى ٥-٧ سم أن تتراوح كثافة الزراعة بين ٥٠ و ١٠٠ نبات فى المتر المربع. ولإنتاج أبصال أكبر من ذلك يلزم خفض كثافة الزراعة إلى نحو ٢٥-٥٠ نباتًا فى المتر المربع. وعلى الرغم من أن المحصول المنتج يتناسب طرديًا مع كثافة الزراعة، إلا أن المحصول يتأثر كذلك بكل من خصوبة التربة، ومستوى التسميد، وتوفر الرطوبة. وعند توفر هذه العوامل بشكل جيد مع الكثافة الزراعية العالية فإن أعلى محصول يمكن إنتاجه هو ١٠٠ طن/هكتار (٤٢ طن/فدان)، ولكن الإنتاج العادى يبلغ حوالى ٣٠ طنًا/هكتار (١٢,٦ طن/فدان)، بينما يصل الإنتاج التجارى الجيد إلى نحو ٥٠ طنًا/هكتار (٢١ طن/فدان). وقد سمح استعمال مبيدات الحشائش فى حقول البصل بتضييق المسافة بين سطور الزراعة؛ وبالتالى فى زيادة محصول الأبصال، علمًا بأن مسافة ٤٥-٦٠ سم بين السطور -والتى كان يعمل بها عند إجراء عملية التعشيب يدويًا- لاتسمح بإعطاء محصول عالٍ (Brewster ١٩٩٤).

ويمكن تحديد كمية البذور اللازمة للزراعة بالمعادلة التالية:

كمية البذور (كجم/هكتار) = ١٠٠٠ × العدد المطلوب من النباتات فى المتر المربع/عدد البذور فى الجرام × نسبة الإنبات المختبرية × العامل الحقلى.

ويتراوح عدد البذور فى الجرام - عادةً - بين ٣٠٠ و ٤٠٠ بذرة، وتزيد نسبة الإنبات المختبرية فى البذور الجيدة عن ٩٠٪. أما العامل الحقلى فإنه يتوقف على ظروف التربة، وهو يتراوح عادةً من ٠,٥ فى التربة غير الممهدة جيدًا وفى الحرارة المنخفضة، إلى ٠,٧ فى الظروف العادية، ويرتفع إلى ٠,٩ فى الظروف المثالية.

نوعية التقاوى

هذا .. ويفضل دائمًا استخدام البذور الممتلئة كتقاوٍ، فلدى مقارنة زراعة البذور الثقيلة (٣,٣٢٤ جم لكل ١٠٠٠ بذرة) بالبذور الخفيفة (٣,٢٣٩ جم لكل ١٠٠٠ بذرة)، وجد أن إنبات البذور الثقيلة كان أسبق فى التبكير، كما كان نمو نباتاتها أفضل، وعدد أوراقها أكثر، إلا أن حجم البذرة لم يكن مؤثرًا على قطر البصلة (Borna & Hass ١٩٦٩).

وقد حصل Gamiely وآخرون (١٩٩٠) -من دراساتهم على صنفى البصل جرانكس ٣٣ و البحيرى- على نتائج مماثلة، حيث ارتبط المحصول إيجابيًا مع وزن البذور المستعملة فى الزراعة.

كذلك وجد ارتباط معنوى عالٍ بين الكثافة النوعية لبذور البصل وكل من نسبة وسرعة إنباتها (Hill وآخرون ١٩٨٩).

استنبات البذور قبل الزراعة

وجد Finch-Savage (١٩٨٧) أن استنبات بذور البصل بصورة متجانسة قبل زراعتها بطريقة الحمل فى السوائل fluid-drilling أدى إلى إنباتها بصورة أسرع من زراعة البذور غير المتجانسة فى الإنبات، والتى كانت - بدورها - أسرع إنباتًا من البذور التى لم يسبق استنباتها. وكان من الضرورى رى التربة جيدًا قبل زراعة البذور المستنبتة لتجنب تعرضها للجفاف وموتها قبل استكمالها لإنباتها.

ويذكر Basra وآخرون (١٩٩٤) أن استنبات بذور البصل - ذات الحيوية المتردية - لمدة ٥ أيام فى ٢٥٪ بوليثيلين جليكول ٨٠٠٠ PEG-8000 أحدث زيادة ملحوظة فى نسبة إنبات البذور ونمو البادرات الصغيرة. وقد أدت المعاملة إلى نقص رشح الأيونات (electrolyte leakage)، وأكسدة الدهون (lipid peroxidation) فى البذور. كما أدت معاملة الاستنبات إلى زيادة مستويات مضادات الأكسدة، مثل حامض الأسكوربيك والتوكوفيرولات tocopherols، وزيادة نشاط إنزيمات الكاتاليز والبيروكسيديز وهى التى تنشط فى إصلاح أضرار الأكسدة.

وعلى الرغم من كثرة الدراسات التى أجريت على استنبات بذور البصل حتى مرحلة بداية بزوغ الجذير - قبل زراعتها - إلا أن هذه الطريقة فى الزراعة لم تتبع على نطاق تجارى لعدم تجانس النتائج التى تم التوصل إليها فى هذا الشأن. ويتم إيصال البذور إلى هذه المرحلة من الإنبات فى محاليل ذات ضغط أسموزى عالٍ (-١٠ بار) من البوليثيلين جليكول ذات الوزن الجزيئى الكبير. وتزرع البذور بعد ذلك إما بالطريقة العادية، وإما محملة فى السوائل. تزداد سرعة إنبات البذور المستنبتة - غالبًا - عن البذور العادية، ولكن نسبة الإنبات تكون أحيانًا أقل، وأحيانًا أخرى أفضل من البذور غير المستنبتة قبل الزراعة.

وقد نجحت مؤخرًا زراعة بذور البصل بعد استنباتها بطريقة تعرف باسم Drum Priming، ويتم فيها التحكم فى تشرُّب البذور بالماء بالقدر الذى يسمح بوصولها إلى

المرحلة التى تسبق بزوغ الجذير مباشرة، وذلك بحساب كمية الماء التى تلزم لذلك بدقـــة. وتزرع هذه البذور كما تزرع البذور غير المعاملة. وتتميز هذه الطريقة بأنها تعطى إنباتـــا أسرع وأكثر تجانسًا.

طرق الزراعة

إذا كانت الزراعة يدوية - وهذا لاينصح به - فإنها تكون على خطوط بعرض ٥٠ سم (أى يكون التخطيط بمعدل ١٤ خط فى القصبتين)، و(تسر) البذور فى مجريين فـــى الثلـــث العلوى على جانبى الخط، ثم تخف النباتات يدويًا بعد نحو ٦٠-٧٠ يومًا من الزراعة.

تزرع البذور - عادة - آليًا على عمق سنتيمترين فى سطور تبعد عن بعضها البعـــض بمقدار ٢٥-٣٠ سم (شكلا ٤-٢، و ٤-٣، يوجدان فى آخر الكتاب).

وتتوافر أنواع مختلفة من البذّرات التى يمكنها زراعة البذور على المسافات المرغوب فيها، إلا أن الدقة المتناهية فى زراعة البذور على مسافات محـــددة غـــير ضروريـــة، لأن نباتات البصل يمكنها التأقلم على الكثافة النباتية والاستفادة من الفراغات المحيطة بها، أيًّـــا كان ترتيب وتوزيع النباتات فى الحقل، طالما كانت الكثافة واحدة.

مشاكل الإنبات

يتوقف طول الفترة اللازمة لبزوغ بادرات البصل بعد الزراعة على كـــل مـــن درجـــة الحرارة والرطوبة الأرضية. وعند توفر الرطوبة فإن ٥٠٪ من البـــذور الحيـــة تســـتكمل إنباتها وتبزغ بادراتها بعد تعرضها لنحو ١٤٠ درجة حرارية يومية day-degrees أعلـــى من حرارة أساس مقدارها ١,٤°م.

وتؤدى الزراعة فى المواعيد التى تسودها درجات حرارة شديدة الانخفاض إلـــى بـــطء الإنبات بشدة، وصعوبة بزوغ البادرات من القشور التى تتكون على سطح التربة عند تأخر الإنبات، وموت البادرات الصغيرة إذا تعرضت لحرارة تقل عن ٢°م تحت الصفر.

وعلى خلاف الأمطار التى تعمل على تكوين قشور سطحية من التربة soil crust تعيق إنبات البذور .. فإن الرى بالرش بصورة منتظمة - وليس على فترات متباعدة - يـــؤدى

إلى منع تصلب هذه القشور، ويسمح بإنبات البذور. كذلك تؤدى الأمطار - فى حالة الرى بالغمر - إلى غسيل الأملاح المتزهرة على قمة الخطوط ووصولها إلى البادرات الصغيرة التى تكون حساسة لها، وقد تؤدى إلى موتها، بينما يؤدى الرى بالرش إلى منع تزهر الأملاح على سطح التربة.

تزداد مشكلة تكوين قشور التربة السطحية فى الأراضى القلوية المعدنية، وتفيد المعاملة بحامض الفوسفوريك فى منع تكوين هذه القشور (عن Corgan & Kedar ١٩٩٠).

ويُلاحظ أن بذور البصل يمكنها التشرب بالرطوبة فى التربة الجافة نسبيًّا، ويؤدى ذلك إلى بروز الجذير، ولكن البذور لاتستكمل إنباتها بصورة طبيعية إلا إذا توفرت الرطوبة بشكل جيد.

يؤدى بطء الإنبات أو عدم تجانسه إلى ضعف الاستفادة من مبيدات الحشائش المستعملة. كما يؤدى عدم تجانس الزراعة أو عدم تجانس الإنبات إلى عدم تجانس موعد الحصاد، وعدم تجانس الأبصال المنتجة فى الحجم؛ ذلك لأن زيادة كثافة الزراعة تؤدى إلى التبكير قليلاً فى النضج، مع صغر حجم الأبصال المتكونة، ويترتب على كل ذلك مشاكل فى تحديد الموعد المناسب للمعاملة بالماليك هيدرازيد (لأجل منع تزريع الأبصال فى المخازن)، والموعد المناسب للحصاد.

مواعيد الزراعة

يجب عند اختيار موعد الزراعة المناسب أن يؤخذ فى الاعتبار أن تكوين الأبصال يتأثر بالفترة الضوئية، ودرجة الحرارة، وأن النباتات تبدأ فى تكوين الأبصال بمجرد توفر الظروف البيئية التى تسمح بذلك، بغض النظر عن مدى نموها فى ذلك الوقت. ومتى بدأ النبات فى تكوين الأبصال، فإنه يتوقف عن تكوين أوراق خضرية جديدة. وبناء عليه .. فإن حجم البصلة يتحدد بمقدار النمو الخضرى للنبات عند بدء تكوين الأبصال. ولذا .. فإنه يجب اختيار موعد الزراعة الذى يناسب تكوين نمو خضرى جيد قبل أن يزداد طول النهار، وترتفع درجة الحرارة، وتبدأ الأبصال فى التكوين.

وكما سبق الذكر، فإن البصل يزرع فى مصر فى عروات متتالية، بدءًا من شهر أغسطس وإلى شهر فبراير. ويستمر موسم الحصاد من شهر ديسمبر إلى يوليو. ويبيّن جدول (٤-٢) مواعيد الزراعة فى مناطق الإنتاج المختلفة فى مصر.

جدول (٤–٢) : مواعيد زراعة البصل فى مناطق الإنتاج المختلفة فى مصر.

موعد الزراعة	طريقة التكاثر	موعد الشتل	موعد الحصاد	مناطق الإنتاج	العروة وملاحظات
أغسطس	أبصال	–	ديسمبر إلى فبراير	مصر الوسطى والعليا	عروة خريفية – محصول البصل المتوّر
أغسطس	بصيلات	–	ديسمبر إلى فبراير	مصر الوسطى والعليا	عروة خريفية
أغسطس	بذور	أكتوبر ونوفمبر	فبراير ومارس	مصر الوسطى والعليا	عروة شتوية
أكتوبر	بصيلات	–	فبراير ومارس	مصر الوسطى والعليا	عروة شتوية
أكتوبر	بذور	فبراير	مايو ويونيو	الوجه البحرى	عروة صيفية – يجب تجنب الشتل فى ديسمبر حتى لاتتجه نسبة كبيرة من النباتات إلى الحنبطة وتكون أبصال مزدوجة
ديسمبر	بذور	مارس	يونيو	الدلتا والجيزة	عروة صيفية أو شتوية متأخرة
فبراير	بذور	أبريل	يوليو	الوجه البحرى	عروة صيفية – يزرع محملاً على القطن

ويعتبر التبكير فى الزراعة أمرًا هامًا لأنه يساعد على إنتاج أبصال مبكرة، تامة النضج، وذات مقدرة جيدة على التخزين. ويساعد التبكير فى النضج على زيادة أسعار التسويق سواء أكان ذلك محليًا، أم للتصدير.

وتجدر الإشارة إلى أن البصل المُقوّر تنبت أبصاله (تزرّع) بسرعة، ويصاب بأمراض التخزين، ولاتكون أبصاله تامة النضج، وتزيد به نسبة الأبصال المزدوجة والحنبوط ويزداد اتجاهه نحو التزهير، مع تأخير زراعة الأبصال حتى الأسبوع الأول من ديسمبر.

وقد أعطت زراعة البصيلات فى أول سبتمبر – فى أسيوط – محصولاً كليًا، ومحصولاً صالحا للتسويق، ومحصولاً صالحا للتصدير عاليًا مقارنة بزراعتها فى أول أغسطس أو أول أكتوبر، كما كان الصنف شندويل أفضل من الصنف جيزة ٦ محسن. وأدى تأخير الزراعة إلى أول أكتوبر إلى زيادة نسبة النباتات التى اتجهت نحو الإزهار المبكر (Shalaby وآخرون ١٩٩١ب).

ويتوقف موعد الزراعة المناسب – فى حالة زراعة البذور مباشرة فى الحقل الدائم – على الظروف الجوية السائدة فى منطقة الإنتاج، وعلى مدى حساسية الصنف المستعمل للإزهار المبكر. وفى حدود مواعيد الزراعة المناسبة لكل منطقة، تعطى الزراعات المبكرة محصولاً أعلى، ولكن يتحدد أبكر موعد مناسب للزراعة بمدى حساسية الصنف المستعمل للإزهار المبكر.

يحدث الإزهار، أو الإزهار المبكر استجابة للحرارة المنخفضة، ولكن بادرات البصل الصغيرة لاتستجيب للبرودة ولاتتهيأ للإزهار إذا تعرضت للحرارة المنخفضة. ولذا .. فإن نباتات البصل قد يمر عليها فصل الشتاء وهى صغيرة ولاتزهر. ولكن إذا كبرت هذه النباتات فى الحجم فإنها يمكن أن تستجيب للحرارة المنخفضة وتتهيأ للإزهار، ثم تزهر. وتتطلب التهيئة للإزهار تعرض النباتات التى بلغت حدًّا أدنى من النمو لحدٍ معين من الساعات التى تنخفض فيها الحرارة عن حدٍ معين. ويمكن أن تحدث التهيئة للإزهار خلال فصل الشتاء إذا كانت النباتات كبيرة بالقدر الكافى، أو قد تحدث فى الربيع. ولذا .. فإن حالات الإزهار المبكر الشديدة قد تحدث نتيجة لتعرض النباتات خلال فصل الخريف لجو دافئ أكثر من المعتاد، يعمل على سرعة نموها؛ الأمر الذى يجعلها أكثر استجابة للبرودة خلال فصل الشتاء أو بداية الربيع. وعند توفر خريف دافئ وشتاء أو ربيع بارد فإن الإزهار المبكر يكون عادة بنسبة عالية.

ويعنى عدم حدوث أى إزهار مبكر توقع محصول عالٍ؛ ذلك لأن وجود نسبة منخفضة من النباتات المزهرة - تتراوح بين ٢٪ و ٥٪ - يكون دليلاً على أن موعد الزراعة والنمو النباتى كانا مثاليين. وتؤدى زيادة حجم الأبصال المتكونة فى هذه الحقول إلى زيادة المحصول بدرجة تفوق الفقد الناشئ عن حالات الإزهار المبكر القليلة. وبالنسبة للأصناف القصيرة النهار، فإنه يمكن زراعة المقاومة منها للإزهار المبكر مبكرًا مع توقع إنتاجها لمحصول أعلى مما فى حالة زراعتها متأخرًا.

يزرع معظم محصول البصل - بالبذرة مباشرة - من أوائل أكتوبر إلى منتصف نوفمبر ولكن يمكن إجراء الزراعة مبكرًا عن ذلك فى المناطق ذات الشتاء الدافئ، كما يمكن زراعة الأصناف المتأخرة بعد منتصف نوفمبر. وتجرى الزراعة الربيعية فى منتصف شهر فبراير فى المناطق التى يسودها ربيع معتدل البرودة وصيف معتدل الحرارة.

وبالنسبة للعروة الزراعية .. فإن زراعة البصل بعد بنجر السكر، أو الذرة، أو القمح تفيد فى خفض حالات الإصابة بمرض القاعدة الفيوزارى (عن Etoh ١٩٩٤).

إنتاج بصيلات التخليل

سبق أن شرحنا بالتفصيل طريقة إنتاج بصيلات البصل التى تستخدم فى التكاثر، والتى تزرع لإنتاج محصول مبكر من البصل، كما أن البصيلات قد تستعمل أيضًا فى إنتاج

محصول من البصل الأخضر. وإلى جانب ذلك .. فإن البصيلات تنتج أيضًا لاستعمالها في الطهي أو في التخليل. وتعرف البصيلات المستخدمة في التكاثر باسم onion sets، أما تلك المستخدمة في التخليل فتعرف باسم pickles.

لاتختلف الطرق المتبعة في إنتاج أيًّا من نوعي البصيلات، وذلك باستثناء كثافة الزراعة التي يمكن عن طريقها التحكم في حجم البصيلات المنتجة. وكما سبق بيانه .. فإن أفضل الأراضي لإنتاج البصيلات هي الأراضي الطميية الرملية والطميية السلتية، بينما لاتصلح الأراضي الثقيلة لهذا الغرض.

ويمكن الاستفادة من تأثير الفترة الضوئية على تكوين الأبصال في إنتاج البصيلات الصغيرة التي تصلح للتخليل، فعند زراعة الأصناف التي تحتاج إلى نهار قصير نسبيًّا لإنتاج أبصال في مناطق يزيد فيها طول النهار عن حاجة هذه الأصناف، فإنها تتجه بسرعة نحو تكوين الأبصال قبل أن يتكون لها مجموع خضري كبير؛ وبذا .. تكوّن أبصالا صغيرة الحجم، كما يمكن توقيت موعد الزراعة بحيث يصل طول النهار إلى القدر الملائم لتكوين الأبصال، بينما لاتزال النباتات صغيرة، ومن ثم تتكون أبصال صغيرة الحجم.

تختلف كمية التقاوي المستعملة لإنتاج بصيلات التخليل عن تلك التي تلزم لإنتاج بصيلات التقاوي؛ إذ يفضل أن تتراوح أقطار بصيلات التخليل بين ٢٥ و ٤٠ مم؛ ولذا .. فإن كمية التقاوي اللازمة تبلغ ٩-١٠ كجم للفدان. هذا .. بينما يجب ألا يزيد قطر البصيلات المستخدمة في الزراعة عن ٢,٥ سم (ويفضل أن يتراوح قطرها من ٠,٨-١,٦ سم)؛ لذا .. فإن كمية التقاوي اللازمة ترتفع إلى ٤٠-٥٠ كجم للفدان. وفي دراسة أجريت لمعرفة تأثير كثافة الزراعة على كمية ونوعية محصول بصيلات التخليل من صنف هوايت سبانش، زرعت البذور في أركان مربعات بكثافات ١٧٨، و ٤٠٠، و ٦٢٥، و ٨١٦، و ١٦٠٠ نبات في المتر المربع الواحد، فلوحظ أن زيادة كثافة الزراعة صاحبها نقص في النمو النباتي، ومتوسط وزن البصلة، وعدد الأوراق، وعدد الأيام حتى النضج، ولكن لم يكن لكثافة الزراعة تأثير على نسبة المادة الصلبة، أو نسبة المادة الجافة في النبات. وكان أعلى محصول من بصيلات التخليل عندما كانت كثافة الزراعة ٤٠٠ أو ٦٢٥ في المتر المربع (McGeary ١٩٨٥).

تتم خدمة حقل إنتاج بصيلات التخليل كما سبق بيانه بالنسبة لإنتاج بصيلات الزراعة. ويراعى تجنب التسميد الآزوتي الغزير حتى لايتأخر النضج، ويزداد النمو الخضري، ويزيد كذلك قطر البصيلات المتكونة.

يكون نضج النباتات مبكرًا بنحو شهر واحد إلى شهر ونصف، عما فى الزراعة العادية بسبب تزاحمها الشديد. ويجرى الحصاد عندما تكون الأوراق صفراء ومائلة لأسفل، وتترك النباتات فى الظل لمدة يوم واحد إلى يومين، ثم تقطع الجذور بسكين، وتجذب الأوراق يدويًا. ويعتبر الحد الأدنى للمحصول الاقتصادى من بصيلات التخليل فى كاليفورنيا حوالى ٦ أطنان. والمتبع عادة فى مصر لإنتاج بصيلات التخليل هو فرز الأحجام الصغيرة من المحصول الرئيسى قبل إعدادها للتسويق، أو أن تترك النباتات الزائدة فى المشتل تحت الخدمة لحين نضجها.

إنتاج البصل الأخضر

يمكن إنتاج البصل الأخضر بإحدى الطرق التالية:

١ – بزراعة البذور فى أحواض، ثم تترك النباتات لتنمو إلى أن تصل لمرحلة التسويق الأخضر، وتزرع البذور فى هذه الحالة بمعدل ٢٠ كجم للفدان (ينصح فى كاليفورنيا بنحو ٥–٨ كجم فقط من البذور للفدان).

٢ – بزراعة البصيلات، وتستخدم لذلك بصيلات يبلغ قطرها ١–٢ سم تزرع على عمق ٢,٥–٥ سم، وعلى مسافة ٥ سم من بعضها البعض على ريشتى خطوط بعرض ٥٠ سم (أى يكون التخطيط بمعدل ١٤ خطًا فى القصبتين).

٣ – زراعة شتلات بنفس طريقة زراعة البصيلات.

٤ – بزراعة أبصال متوسطة أو كبيرة الحجم بعد تقسيمها طوليًا إلى جزءين أو أكثر، بحيث يحتوى كل جزء على قطعة من الساق. وتعتبر هذه الطريقة مكلفة لإنتاج البصل الأخضر، وذلك لأنه يلزم لزراعة الفدان الواحد نحو ١,٣–٢,٧ طن من الأبصال.

تستنفذ نباتات البصل الأخضر – من التربة – كميات من العناصر السمادية تعادل نصف الكميات التى تستنفذها حقول البصل الجاف الناضج.

يحصد البصل الأخضر بمجرد وصول النباتات إلى الحجم المناسب للتسويق. ويتم الحصاد بجذب النباتات يدويًا، ثم الجذور، وتزال الحراشيف الخارجية الميتة والمتحللة.

هذا .. وقد تناول الكثيرون موضوع إنتاج البصل بالشرح المفصل، نذكر منهم: Brewster (١٩٩٠) بخصوص الإنتاج فى المناطق الباردة، و Corgan & Kedar

(١٩٩٠) بالنسبة للإنتاج فى المناطق تحـــت الاســـتوائية، و Uzo & Currah (١٩٩٠) بخصوص الإنتاج فى المناطق الاستوائية. ولمزيد من التفاصيل عن إنتاج البصل بصـــورة عامة .. يمكن الرجوع إلى Rabinowitch & Brewster (١٩٩٠).

الفصل الخامس

عمليات الخدمة الزراعية

سبق أن أوضحنا فى الفصل السابق كافة عمليات الخدمة التى تجرى للحقول المخصصة لإنتاج البصيلات التى تستعمل فى التكاثر، أو فى التخليل، كما بيّنا كذلك عمليات الخدمة الخاصة بالمشاتل بغرض إنتاج الشتلات المناسبة للزراعة. ونقدم فى هذا الفصل عمليات الخدمة التى تجرى فى الحقل الدائم، سواء أكانت الزراعة مباشرة، أم بالشتل، أم بالبصيلات.

الخف والترقيع

لاتجرى عملية الخف إلا إذا كانت الزراعة بالبذور مباشرة فى الحقل الدائم، ولكنها عملية مكلفة للغاية، ويجب تجنبها بقدر الإمكان عن طريق خدمة الأرض جيدًا، وزراعة بذور عالية الحيوية آليًّا، وبالكثافة المناسبة. ونظرً لأن الزراعة الكثيفة (فى الحدود المناسبة) تؤدى إلى زيادة المحصول؛ لذا .. فإن الخف نادرًا ما يكون اقتصاديًّا، أما الترقيع فإنه يجرى عند الزراعة بالشتل عن طريق إعادة زراعة الجور الغائبة أثناء الرية الأولى بعد الشتل (رية المحاياة).

مكافحة الحشائش

أضرار الحشائش

يتطلب محصول البصل عناية خاصة بمكافحة الحشائش لعدم قدرته على منافستها وترجع عدم قدرة البصل على منافسة الحشائش إلى الأسباب الآتية:

١ - بطء إنبات بذور البصل - مقارنة ببذور عديد من الحشائش - خاصة فى الحرارة المنخفضة.

٢ - صغر حجم نبات البصل بعد إنباته مباشرة.

٣ – انخفاض معدل النمو النسبى Relative Growth Rate لنباتات البصل مقارنة بالحشائش.

٤ – طبيعة النمو القائم للنبات التى لاتحجب الشمس بصورة مؤثرة عن الحشائش الحديثة الإنبات؛ الأمر الذى يعطيها فرصة النمو القوى ومنافسة المحصول.

٥ – النمو السطحى لجذور البصل وقلة كثافتها (عن Brewster ١٩٩٤).

ويمكن توقع انخفاضًا قدره ٤٠–٦٥٪ فى محصول البصل إذا تأخرت مكافحة الحشائش حتى الوصول إلى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الثانية لنبات البصل. أى حتى انقضاء نحو ٨ أسابيع من الإنبات. وإذا استمرت منافسة الحشائش لمدة ٨ أسابيع أخرى، فإنه يمكن توقع فشل زراعة البصل تمامًا. وبالمقارنة لم ينخفض المحصول إلا بمقدار ٥٪ عندما كوفحت الحشائش جيدًا خلال الستة عشرة أسبوعًا الأولى بعد الإنبات. وأكثر الفترات حرجًا فى مكافحة الحشائش بالنسبة لمحصول البصل هى خلال الستة إلى الثمانية أسابيع الأولى بعد إنبات ٥٠٪ من البذور، ولكن تظل نباتات البصل غير قادرة على منافسة الحشائش خلال جميع مراحل نموها.

وبالمقارنة .. فإن أحرج الفترات التى تنافس فيها الحشائش محصول البصل عند التكاثر بالشتلات، أو بالبصيلات هى فترة الثلاثين إلى الأربعين يومًا الأولى التى تعقب الزراعة، حيث يتعين خلالها مكافحة الحشائش بصورة جيدة. ولكن يمكن توقع زيادة فى المحصول إذا استمرت مكافحة الحشائش جيدًا لمدة ١٢ أسبوعًا بعد الشتل أو بعد زراعة البصيلات (عن Tropical Development and Research Institute ١٩٨٦).

العزق

يجب الاهتمام بمكافحة الحشائش فى حقول البصل بصورة جيدة، خاصة فى الأطوار المبكرة من النمو النباتى، وذلك لأن نبات البصل بطئ النمو، ولايستطيع منافسة الحشائش، وخاصة عند الزراعة بالبذور مباشرة فى الحقل الدائم. ويبدأ العزق السطحى بهدف التخلص من الحشائش بمجرد ظهور نباتات البصل فوق سطح التربة (فى حالة الزراعة بالبذور فى الحقل مباشرة)، أو بعد الشتل بنحو ٢–٣ أسابيع، ويستمر أسبوعا، أو كل أسبوعين بعد ذلك حتى قبل الحصاد بعدة أسابيع، أو إلى أن تتعارض النموات الخضرية

لنبات البصل مع سهولة إجراء عملية العزق. هذا .. ويمكن أن تكون العزقة الأولى عميقة لأن جذور البصل تكون وقتئذ محددة الانتشار. أما العزقات التالية فيجب أن تكون سطحية حتى لاتؤذى جذور النباتات. ويتم العزق إما يدويًا، وهى عملية مجهدة ومكلفة لاحتياجها لعمالة كثيرة أو باستخدام عزّاقات نصف آلية كالمبينة فى شكل (٥-١). وهى عزّاقات صغيرة تدور بموتور، وتسير على عجلات فى بطن الخط، وتوجه بواسطة العامل بمجهود بسيط. وينصح بتغطية الأبصال بالتراب فى العزقة الأخيرة لحمايتها من لسعة الشمس.



شكل (٥-١) : عزق حقول البصل بعزاقات نصف آلية (عن مجلة الزراعة فى الشرق الأوسط - المجلد الثالث - العدد الخامس - ١٩٨٧).

المكافحة بالمبيدات

تتوفر بدائل مختلفة لمكافحة الحشائش فى حقول البصل بالمبيدات، كما يلى:

١ - مبيدات سابقة للإنبات

من أنواع المبيدات السابقة للإنبات ما يلى:

أ – مبيدات تستعمل قبل إنبات بذور البصل وتُحدث تأثيرها فى الحشائش بالملامسة:

من أمثلتها الباراكوات paraquat الذى يمكن استعماله فى التخلص من الحشائش التى تنبت قبل المحصول. كذلك يمكن فى هذه المرحلة استعمال المبيدات التى تنتقل فى النبات مثل الجلايفوسيت للتخلص من الحشائش المعمرة، مثل النجيل والسعد.

ب – مبيدات تستعمل قبل إنبات بذور البصل ويكون تأثيرها متبق:

تعامل الحقول بهذه المبيدات وهى خالية من الحشائش، حيث تبقى فى الطبقة السطحية من التربة لتقتل الحشائش أثناء إنباتها. ويتعين توفر الرطوبة بعد المعاملة بالمبيد لكى يصبح فعّالاً. وتتوقف المدة التى تبقى فيها هذه المبيدات فعآلة على درجة حرارة التربة ورطوبتها. فمثلاً.. يمكن أن يحافظ المبيد بروباكلور propachlor على فاعليته لمدة ٦–٩ أسابيع، ولكنه يتحلل سريعًا فى ظروف الحرارة العالية وتوفر الرطوبة الأرضية. وإذا كانت الحرارة منخفضة عند الزراعة يفضل تأخير المعاملة بهذه المبيدات إلى ما قبل إنبات بذور البصل بفترة وجيزة، بحيث يمكن الاستفادة من المبيد فى التخلص من جميع بذور الحشائش التى تنبت قبل إنبات بذور المحصول.

ويجب توقيت المعاملة بمبيدات الحشائش السابقة للإنبات بحيث يمكن تحقيق أكبر استفادة ممكنة من المبيد دون الإضرار ببادرات البصل فى مراحل إنباتها الأولى، علمًا بأن إنبات بذور البصل قد يستغرق ٣–٥ أسابيع فى الجو البارد. ففى حالات كهذه يتعين تأجيل المعاملة بالمبيد لأطول فترة ممكنة للقضاء على جميع الحشائش التى يمكن أن تنبت قبل إنبات بذور البصل، ولكن دون الانتظار لحين إنبات بذور البصل ذاتها، وإلا قضت عليها كذلك. ويستعمل فى مثل هذه الحالات المبيدات التى تؤثر على النموات الخضرية والتى لايكون لها أثر متبق، مثل الباراكوات paraquat.

ويفضل استعمال المبيدات السابقة للإنبات أو السابقة للشتل والتى تحدث مفعولها من خلال التربة، ويكون الهدف منها القضاء على الحشائش التى تنبت خلال المراحل الأولى لنمو المحصول. ومن أمثلة المبيدات التى استعملت كثيرًا فى الماضى لهذا الغرض بروفام propham (IPC) ، وكلوربروفام chlorpropham (CIPC)، وهما أكثر تأثيرًا على النجيليات الحولية منها على الحشائش العريضة الأوراق. وكثيرًا ما يستعمل حاليًّا المبيدات أليدوكلور allidochlor (CDAA)، و DCPA، و بروباكلور propachlor منفردة أو فى صورة خليط منها قبل الزراعة سواء أكانت الزراعة بالبذور، أم بالبصيلات. وتفيد هذه المبيدات كثيرًا فى تقليل منافسة الحشائش للبصل خلال مراحل نموه الأولى.

ويوفر استعمال المبيد إثوفيوميزيت Ethofumesate قبل إنبات البذور حماية جيدة من النجيليات الحولية طوال موسم النمو – بما فى ذلك الحماية من نباتات القمح والشعير التى تنمو من بذور انتثرت من محصول سابق – وبعض الحشائش العريضة الأوراق، علمًا بأن معدل الاستخدام الآمن للمبيد يصل إلى ٠,٨ – ١,٠ كجم للهكتار (٠,٣٣٠–٠,٤٢/فدان). ويؤثر استعمال المعدلات الأعلى من ذلك من المبيد سلبيًا على إنبات بذور البصل ونمو البادرات والمحصول، كما تؤدى المعدلات العالية من المبيد إلى التواء أوراق البصل والتفافها حول بعضها، مع زوال طبقة الشمع الخارجى من على الأوراق.

وتجدر الإشارة إلى أن جميع مبيدات الحشائش التى تستعمل فى حقول البصل المزروعة بالبذرة مباشرة قبل إنبات البذور يمكن استعمالها – كذلك – قبل الشتل عند استعمال الشتلات فى الزراعة، وقبل الإنبات عند التكاثر بالبصيلات أو بالأبصال. ويمكن فى هذه الحالات استعمال جرعات أكبر من المبيدات عما تستعمل فى حالة الزراعة بالبذرة لأن الشتلات، والبصيلات، والأبصال تكون فى مراحل من النمو أكثر تقدمًا وأقل حساسية للمبيد من البادرات التى تنتج عن إنبات البذور (عن Rubin ١٩٩٠).

٢ - مبيدات تالية للإنبات

يتعين استعمال مبيد آخر أثناء نمو المحصول بالإضافة إلى المبيد السابق للإنبات لتجنب أى منافسة من جانب الحشائش – التى تنبت متأخرة – عن المحصول. وقد استعمل لهذا الغرض المبيد أوكسى فلورفن oxyfluorfen بمعدل ٠,٣ كجم/هكتار (١٢٥ جم/فدان) فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الثانية إلى الثالثة. ويقضى هذا المبيد على عديد من الحشائش العريضة الأوراق.

ومن أكثر المبيدات التالية للإنبات استعمالاً المبيد أوكساديازون oxadiazon، ويعامل به فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الأولى بمعدل ٠,٢ كجم/هكتار (٨٠ جم/فدان)، كما يمكن مضاعفة الجرعة فى مرحلة اكتمال نمو الورقة الحقيقية الثانية. كذلك يمكن استعمال هذا المبيد عند الشتل أو بعده بنحو ٧–١٤ يومًا.

ويستعمل مبيد بنديمثالين pendimethalin بأمان فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الأولى لنبات البصل، أو بعد الشتل عند الزراعة بالشتلات.

ويفيد استعمال مبيد بنتازون Bentazon ومبيد ألاكلور alachlor فى مكافحة السعد، وذلك بإجراء المعاملة بعد الإنبات فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الأولى أو الثانية.

ومن المبيدات الأخرى التى يمكن استعمالها بنجاح - بعد الإنبات - فى مقاومة عديد من الحشائش مبيد كلوبى راليد clopyralid ، وذلك فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الثالثة، بمعدل ٠,٢ كجم للهكتار (٨٠ جم للفدان) (عن Rubin ١٩٩٠).

وتقسم المبيدات التالية للإنبات إلى المجموعات التالية:

أ - مبيدات تستعمل بعد الإنبات أو بعد الزراعة ويكون تأثيرها متبقيًا:

يجب الحرص فى توقيت المعاملة بهذه المبيدات بالنسبة لمرحلة نمو المحصول؛ فلا يجب استعمال أى منها قبل أن يتخطى البصل مرحلة اكتمال الإنبات وتمدد الفلقة. ونظرا لأن الوصول إلى هذه المرحلة من النمو قد يستغرق أربعة أسابيع من بداية بزوغ البادرات من التربة. ولذا .. فإن المعاملة بمثل هذه المبيدات تعقب - عادةً - المعاملة بأحد المبيدات ذات الأثر المتبقى التى تستعمل قبل إنبات بذور البصل.

وتجدر الإشارة إلى أن الطبقة السطحية من التربة التى يدوم فيها التأثير المتبقى للمبيد لاتبقى على حالها بعد العزيق؛ لذا .. يتعين تكرار المعاملة بهذه المبيدات بعد العزيق.

ب - مبيدات تستعمل بعد الإنبات أو بعد الزراعة ويكون تأثيرها متبقيًا وبالملامسة.

جـ - مبيدات تستعمل بعد الإنبات أو بعد الزراعة ويكون تأثيرها بالملامسة.

تقل حساسية الحشائش للمبيدات كلما ازداد نموها. وأفضل مرحلة لمعاملة الحشائش الحولية هى عند وصولها إلى مرحلة الورقة الحقيقية الثانية أو قبل ذلك. ولذا .. نجد من الضرورى أن تسبق أى معاملة بالمبيدات التالية لإنبات البصل المعاملة بمبيد آخر سابق للإنبات لتجنب نمو الحشائش إلى الدرجة التى تصبح معها مقاومة للمبيدات.

ولايمكن استعمال المبيدات التالية لإنبات البصل أو زراعته إلا بعد وصول المحصول إلى مرحلة من النمو يكون فيها أكثر تحملاً للمبيد، وهى مرحلة تكوين ورقتين حقيقيتين على الأقل. ولذا .. يجب أن يكون المحصول متجانسًا فى نموه، ويتطلب ذلك أن يكون الإنبات متجانسًا منذ البداية؛ وهو ما يستلزم أن يكون قد سبق إعداد الأرض جيدًا قبل الزراعة، مع توفر كافة الظروف التى تسمح بتجانس الإنبات. وتزداد قدرة نباتات البصل على تحمل مبيدات الحشائش زيادة كبيرة مع كل تقدم فى النمو بعد مرحلة تكوين الورقة الحقيقية الأولى، ويتوافق ذلك مع زيادة سمك طبقة الشمع المتكونة على سطح الأوراق؛ وهو ما يقلل من فرصة ابتلال الأوراق بالمبيد كلما تقدمت النباتات فى النمو.

ويزداد تأثر نباتات البصل بالمبيدات إذا جرحت طبقة الشمع التى تغطى الأوراق – مثلما يحدث عند تعرضها للرياح المحملة بالرمال – أو إذا كان الشتل سطحيًا بحيث تتعرض الجذور للمبيدات ذات الأثر المتبقى والتى تتواجد فى الطبقة السطحية من التربة (عن Brewster ١٩٩٤).

التوصيات المحلية

تكافح الحشائش فى حقول البصل فى مصر باستعمال مبيدين، هما: ستومب Stomp ، وجول Goal، كما يلى:

١ – يرش مبيد ستومب على سطح التربة بمعدل ١,٧ لتر للفدان قبل الشتل، ثم يتم الشتل فى وجود الماء. يقضى ستومب على بذور الحشائش الحولية – النجيلية والعريضة الأوراق – فور إنباتها. ويراعى ألا تزيد الفترة بين رش المبيد ورى الحقل عن ٣-٤ أيام. وإذا جفت التربة سريعًا بعد الرى يفضل إعطاء رية أخرى سريعة (تجرية) للحفاظ على درجة رطوبة مناسبة فى التربة تفيد فى زيادة فاعلية المبيد.

٢ – يرش سطح التربة بعد الشتل بنحو ٣-٤ أسابيع – إذا لزم الأمر – بمبيد الجول بمعدل ٧٥٠سم^{٣} (مل) للفدان.

ومن بين الدراسات التى أجريت فى هذا المجال تحت الظروف المصرية، تلك التى أجراها Shaheen & El-Habbasha (١٩٨٥). وقد درس الباحثان تأثير المعاملة ببعض مبيدات الحشائش على نمو ومحصول البصل صنف جيزة ٦ محسن، ووجدا أن استعمال الاستومب Stomp أدى إلى الحصول على أعلى القيم لطول النبات، وقطر البصلة، والوزن الجاف للأبصال، والوزن الجاف الكلى للنبات، ومحصول الأبصال. وكان ترتيب المعاملات تبعًا للمحصول الكلى كما يلى: استومب، ثم الإبتام Eptc، ثم التريفلان Trifluralin + الاستومب. وكان لاستعمال الاستومب أثره فى تقليل ظهور ونمو الكثير من الحشائش الحولية والمعمرة، واستمر تأثيره حتى عمر ٤ أشهر بعد الشتل.

وتوصى وزارة الزراعة بمكافحة الحشائش العريضة الأوراق فى حقول البصل بالرش بعد الشتل بنحو ٣ أسابيع بمبيد الجول، بمعدل ٧٥٠سم^{٣} (مل)/٣٠٠ لتر ماء للفدان. وتكافح الحشائش فى الحقول المزروعة بالبصيلات بالجرامكسون، بمعدل لتر واحد/٢٠٠ لتر ماء للفدان قبل ظهور أى إنبات للبصيلات، على أن يرش الحقل بعد ذلك مرتين بمبيد الجول بمعدل ٥٠٠

مل/ ٢٠٠ لتر ماء للفدان فى كل رشة، وعلى أن تكون الأولى بعد الزراعة بنحو ٢٠ يومًا، والثانية بعد شهر من الأولى (معهد بحوث الإرشاد الزراعى والتنمية الريفية ١٩٨٥).

وبالنسبة للحشائش المعمرة، فإنه يوصى بمكافحة السعد بمبيد الإبتام ٧٢٪ بمعدل ٦ لترات تضاف إلى ٢٠٠ أو ٤٠٠ لتر ماء عند المعاملة بالرشاشة اليدوية، أو الموتور على التوالى. ويكون الرش مرة واحدة على التربة الناعمة الجافة مع التقليب عقب الرش، ثم إجراء الرى وذلك قبل نقل الشتلات إلى الحقل الدائم بفترة ٣ أسابيع على الأقل.

ولمزيد من التفاصيل عن حشائش البصل وأضرارها، ووسائل مكافحتها، وأهم المبيدات التى استعملت فى مكافحتها .. يراجع Tropical Development and Research Institute (١٩٨٦).

الرى

يستمر تكوين ونمو الجذور العرضية من الساق القرصية لنبات البصل بدءًا من مرحلة العلم flag stage (أى الأطوار الأولى لإنبات البذرة، وبزوغ النبات فوق سطح التربة) إلى أن يصل قطر البصلة إلى ضعف قطر عنق النبات، ولكن لاتتكون هذه الجذور إلا إذا كانت الساق القرصية فى أرض رطبة. لذا .. فمن الضرورى توفير الرطوبة الأرضية بصورة منتظمة فى الستين سنتيمترًا العلوية من التربة خلال تلك المرحلة ليتكون للنبات نمو جذرى جيد.

ويعتبر البصل من المحاصيل الحساسة لنقص الرطوبة الأرضية، حيث ينخفض معدل البناء الضوئى ومعدل النمو النباتى مع نقص الماء الميسر لامتصاص النبات. ويزيد المجموع الجذرى السطحى للنبات من أثر نقص الرطوبة الأرضية حيث لايتمكن النبات من الاستفادة من مخزون المياه الذى قد يتواجد فى الطبقات الأعمق من التربة. وقد لوحظ أن نبات البصل يتوقف عن النمو عند تعرضه لظروف الجفاف، ولكنه يعاود النمو عند توفر الرطوبة الأرضية من جديد.

وتستجيب نباتات البصل للرى عند انخفاض المستوى الرطوبى فى التربة عن - ٠,٠٤٥ ميجا باسكال عما لو أجرى الرى قبل الوصول إلى هذه المرحلة أو بعدها. ويعنى ذلك أن الرطوبة الزائدة تؤدى -كذلك - إلى نقص المحصول.

ويؤدى توفر الرطوبة والنيتروجين خلال مراحل نمو الأوراق والمراحل الأولى لتكوين البصلة إلى زيادة دليل مساحة الورقة Leaf Area Index؛ الأمر الذى يؤدى إلى سرعة نضج البصلة. هذا بينما تؤدى زيادة الرطوبة الأرضية والنيتروجين خلال المراحل المتأخرة من تكوين الأبصال إلى تأخير النضج وخفض نوعية الأبصال المتكونة، وخاصة إذا ما سبقت ذلك فترة من الجفاف أو فترة لم يتوفر فيها النيتروجين بالقدر الكافى.

لايزيد النتح التبخرى لمحصول البصل -حتى فى المناطق الصحراوية الحارة - عن ١٠٠ سم خلال كل مراحل النمو، ويُعْطَى المحصول - عادة - حوالى ١٥٠ سم من مياه الرى (كل سنتيمتر واحد - عمقًا - يعادل ١٠٠ م³ للهكتار أو نحو ٤٢ م³ للفدان).

وقد درس Martin de Santa Olalla وآخرون (١٩٩٤) تأثير إعطاء البصل ريّة مقدارها ٢٠ ملليمترًا (٢٠٠ م³ للهكتار أو نحو ٨٤ م³ للفدان) كلما اقترب التوازن المائى من الصفر على أساس ٢٠ أو ٤٠ أو ٦٠ أو ٨٠ أو ١٠٠ أو ١٢٠٪ من النتح للمحصول (ET_c). وأوضحت نتائج الدراسة أن أعلى محصول كلى كان فى معاملتى الرى على أساس ١٠٠٪ و ١٢٠٪ من الـ ET_c، وكان ذلك مصاحبًا بأعلى معدل للبناء الضوئى وأعلى إنتاج من المادة الجافة. وتحت ظروف هذه الدراسة حُصِل على أعلى محصول عندما أعطى البصل ٣٥٥ ملليمترًا (٣٥٥٠ م³ للهكتار أو نحو ١٤٩٠م³ للفدان) من مياه الرى موزعة على ١٧ ريّة. وقد انخفضت كفاءة استعمال المياه - بالنسبة لمحصول الأبصال - بزيادة الرى حتى ٦٠٪ من الـ ET_c كحد أدنى، ثم ازدادت بعد ذلك. وكانت أعلى كفاءة لاستخدام مياه الرى هى ١٦,٩٥ كجم من الأبصال الطازجة - التى تحتوى على ٩١٪ رطوبة - لكل متر مكعب من مياه الرى.

ولكل من نقص الرطوبة الأرضية، أو زيادتها، أو عدم انتظامها أضرارها.

فيؤدى نقص الرطوبة الأرضية خلال مرحلة النمو - المشار إليها آنفًا - إلى إحداث التأثيرات التالية:

١ - ضعف النمو الجذرى.

٢ - صغر حجم النبات، وتكوين أبصال صغيرة.

٣ - التبكير فى النضج.

٤ - نقص المحصول.

٥ - زيادة حرافة الأبصال.

٦ - المساعدة على زيادة الإصابة بمرض العفن الأبيض.

وتؤدى زيادة الرطوبة الأرضية إلى تلون الأوراق بلون أخضر مشوب بالصفرة، وإلى زيادة الإصابة ببعض الأمراض مثل عفن الرقبة.

ومن أهم العوامل التى تؤدى إلى انخفاض المحصول عند زيادة معدلات الرى هو غسيل الأسمدة الآزوتية مع مياه الرى الزائدة عن قدرة التربة على الاحتفاظ بالرطوبة؛ وما يترتب على ذلك من عدم استفادة النباتات من تلك الأسمدة.

أما عدم انتظام الرطوبة الأرضية - أى تعريض النباتات لنقص شديد فى الرطوبة الأرضية بين الريّات بإطالة الفترة بينها - فإنه يؤدى إلى زيادة نسبة الأبصال المزدوجة؛ ولذا .. يوصى فى حالات الرى السطحى بإعطاء حقول البصل ٢٥ ملليمترًا من مياه الرى (٢٥٠ م^3 للهكتار أو نحو ١٠٥ م^3 للفدان) كلما انخفض مستوى مخزون الماء الأرضى (فى الثلاثين سنتيمترًا العلوية من التربة) عن ٣٠ ملليمترًا.

هذا .. ويروى البصل الفتيل ريّة الزراعة عند الشتل، ثم ريّة المحاياة بعد حوالى أسبوع، ثم ينتظم الرى بعد ذلك كل ١٥-٢٠ يومًا. ويوقف الرى فى الأراضى الطميية قبل الحصاد بنحو ثلاثة أسابيع أو شهرًا، أى عند بداية مرحلة نضج الأبصال.

ويؤدى الاستمرار فى الرى خلال هذه المرحلة إلى إحداث التأثيرات التالية:

١ - استمرار النمو الخضرى واستمرار تكوين الجذور، مما يؤدى إلى تعقيد عملية العلاج التجفيفى بعد الحصاد.

٢ - يؤدى استمرار النمو الخضرى حتى ما قبل الحصاد إلى صعوبة جفاف عنق البصلة، وزيادة سمكها، ويعتبر ذلك عيبًا تجاريًا فى حد ذاته، كما أنه يزيد فرصة إصابة الأبصال بأمراض المخزن، ويؤدى إلى انفصال الحراشيف الخارجية عند الحصاد.

٣ - يلتصق الطين بالأبصال عند حصادها، ويزيد ذلك من فرصة إصابتها بالأمراض، كما يقلل من صلاحيتها للتخزين.

٤ - حدوث ضرر فسيولوجى بسبب ماء الرى الذى يؤدى إلى سخونة الأوراق الخارجية

المتشحمة فى البصلة، وموتها، ثم خروج العصير الخلوى منها. ويظل العصير الخلوى بما يحتويه من مواد كربوهيدراتية، وسكريات أحادية محصورًا بين الورقة الحرشفية الخارجية، والورقة اللحمية الميتة. ويؤدى ارتفاع درجة الحرارة إلى تلون الحراشيف الخارجية بلون داكن، وقد تتلف أوراق لحمية أخرى، وتعرف هذه الظاهرة باسم البصلة (العرقانة) وهى حالة انهيار فسيولوجى فى الأوراق اللحمية الخارجية. ويمكن تلافى هذه المشكلة بإجراء الشتل على عمق ٥-٧ سم فقط، مع عدم رى الأرض قبل الحصاد بمدة شهر فى الأراضى الثقيلة.

وعلى الرغم من الأضرار التى تحدث نتيجة الاستمرار فى رى حقول البصل إلى ما قبل الحصاد، إلا أنه يجب عدم المغالاة فى إجراء عملية التصويم (أى الامتناع عن الرى قبل الحصاد)، إذ يتوقف طول هذه الفترة بالدرجة الأولى على نوع التربة والظروف الجوية، وتقل مدة التصويم إلى أسبوعين فقط فى الأراضى الرملية وفى الجو الحار، بينما تزداد إلى ٤ أسابيع فى الأراضى الثقيلة، وفى الجو المعتدل. وتؤدى المغالاة فى التصويم إلى زيادة فرصة الإصابة ببعض الأمراض، مثل: العفن الأسود، وعفن القاعدة.

ويفضل دائمًا أن تكون جميع الريّات بعد ريّة الزراعة على (الحامى)، أى سريعة حتى لاتبقى الرطوبة الأرضية مرتفعة كثيرًا فى الطبقة السطحية من التربة لفترة طويلة، نظرًا لأن ذلك يؤدى إلى زيادة فرصة الإصابة بالأمراض الفطرية.

كما يفضل عند زراعة البصل بالبذور مباشرة فى الحقل الدائم أن يكون الرى بالرش لأن ذلك يحقق المزايا التالية:

١ - يمكن إجراء الرى بحيث يكون خفيفًا، وعلى فترات متقاربة، فتظل بذلك الطبقة السطحية للتربة رطبة باستمرار، ولاتتكون قشور Crusts سطحية تعوق إنبات البذور.

٢ - يعمل الرى بالرش على غسل الأملاح من سطح التربة.

٣ - يكون توزيع الرطوبة الأرضية والعناصر السمادية أكثر تجانسًا.

٤ - لايتطلب أيدٍ عاملة كثيرة.

لكن يعاب على الرى بالرش ما يلى:

١ - زيادة التكاليف الإنشائية.

٢ - زيادة احتمالات الإصابة بعفن الرقبة، والعفن الطرى البكتيرى، وأمراض النموات الخضرية.

٣ - زيادة احتمالات إنبات بذور الحشائش.

المعاملة بمضادات النتح لتجنب مشاكل نقص الرطوبة الأرضية

قد تفيد المعاملة بمضادات النتح فى التغلب على المشاكل المترتبة على نقص مياه الرى أو قلة الأمطار. فقد وجد Lipe وآخرون (١٩٨٢) أن معاملة نباتات البصل - وهى فى مرحلة نمو البصلة - بتركيز ١٪ من الفيبور جارد Vapor Gard (di-l-p-menthene)، أو بتركيز ٣٪ من الفوليكوت Folicote (parafin wax) - تحت ظروف البيوت المحمية - أحدث نقصًا جوهريًا فى الاستهلاك اليومى لنبات البصل من الماء، ولكن المعاملة الأخيرة أحدثت كذلك نقصًا فى المحصول. أما فى الحقل فقد أدت المعاملة بالفوليكوت إلى زيادة حجم الأبصال، وإلى زيادة المحصول بمقدار ١,٥-٤,٢ طن للفدان. ويعتقد أن الزيادة فى المحصول كانت راجعة إلى الزيادة فى حجم الأبصال نتيجة لعدم تعرض النباتات للنقص الرطوبى بين الريّات. وقد صاحب المعاملة نقص فى معدل استهلاك الماء من التربة.

كذلك وجد Rao & Bhatt (١٩٩٠) أن رش نباتات البصل بأى من مضادات النتح phenylmercury acetate بتركيز ٣٥ جزءًا فى المليون، أو 8-hydroxyquinoline sulphate بتركيز ١٠٠٠ جزء فى المليون، أو الكاولينيت Kaolinite بتركيز ٥٪ بعد الشتل بنحو ٣٠ أو ٥٠ أو ٧٠ أو ٩٠ يومًا - وبعد التوقف عن الرى لمدة أسبوع قبل المعاملة - أدى إلى غلق جزئى لنحو ٢٧٪ إلى ٤٠٪ من الثغور بدرجات انغلاق تراوحت بين ٢٢٪ إلى ٥٦٪ حسب الصنف، وكان الكاولينيت أكثرها تأثيرًا. وكان الجهد المائى فى النباتات المعاملة أقل من نظيره فى النباتات غير المعاملة، وخاصة عند المعاملة بالكاولينيت.

التسميد

يجب أن يهدف تسميد البصل إلى الحصول على أكبر قدر من النمو الخضرى قبل أن تبدأ النباتات فى تكوين الأبصال.

النيتروجين وأهميته

لايمكن الحصول على أعلى محصول من البصل إلا إذا استمر توفير عنصر النيتروجين للنبات من الزراعة حتى الحصاد. وعلى الرغم من أن نبات البصل تزداد حاجته إلى النيتروجين خلال فترات النمو السريع، إلا أن عدم توفر العنصر بالقدر المناسب خلال المراحل المبكرة من النمو - التى لايستهلك البصل خلالها كميات كبيرة من العنصر - يظهر تأثيره بعد ذلك على صورة نقص فى المحصول.

يفضل دائمًا توفير العنصر بكميات مناسبة خلال مختلف مراحل النمو حتى بداية تكوين الأبصال، ثم يترك النبات ليستنفذ مخزون التربة من النيتروجين، ولكن مع مراعاة عدم تعريض النبات لنقص فى العنصر (عن Corgan & Kedar ١٩٩٠).

وتمتص نباتات البصل الفتيل ٤٢٪، و ٤٥٪، و ١٣٪ من احتياجاتها من عنصر النيتروجين فى الشهرين الأول والثانى، والشهر الثالث، والشهر الرابع بعد الشتل على التوالى، ويكون الامتصاص فى حدود حوالى ٥٥-٧٠ كجم من الآزوت للفدان، يصل نحو ثلثها إلى الأوراق، والباقى إلى محصول الأبصال.

قد تظهر أعراض نقص النيتروجين فى أولى مراحل النمو النباتى، ويكون ذلك على صورة تقزم مبكر مع نقص فى نمو الأوراق وبهتان فى لونها، ويلى ذلك اصفرار فى قمة الأوراق يمتد تدريجيًا إلى أن يشمل الورقة كلها. ويؤدى نقص الآزوت فى مراحل النمو التالية إلى بطء نمو النباتات، واصفرار الأوراق السفلى، وصغر حجم الأبصال المكونة.

وعلى الرغم من أن تكوين الأبصال يعتمد كلية على الفترة الضوئية، حيث لاتتكون الأبصال إلا إذا زاد طول النهار عن الفترة الضوئية الحرجة للصنف، إلا أن عنصر الآزوت يؤثر كذلك فى هذا المجال، إذ يؤدى نقص العنصر - عندما تكون الفترة الضوئية مماثلة، أو أقل قليلاً من الفترة الحرجة - إلى إسراع تكوين الأبصال، بينما تؤدى زيادة العنصر فى هذه الظروف إلى بطء تكون الأبصال.

وتؤدى ظروف البرودة مع زيادة الرطوبة الأرضية إلى نقص النيتروجين الميسر للنبات.

ومن ناحية أخرى .. فإن لتوفر النيتروجين فى مستوى أعلى من حاجة النبات للنمو الجيد تأثيرات سلبية، أهمها زيادة النمو الخضرى وإطالة فترته؛ مما يؤدى إلى ما يلى:

١ - زيادة انتشار الأمراض الفطرية عند توفر الرطوبة عقب الرى.

٢ - تأخير النضج.

٣ - زيادة سمك عنق البصلة وتدهور نوعيتها.

٤ - ضعف مقدرة الأبصال على التخزين بسبب زيادة سمك عنق البصلة، وزيادة نسبة الرطوبة بها.

٥ - زيادة نسبة الأبصال المزدوجة.

وتؤدى الزيادة الكبيرة فى التسميد الآزوتى خلال المراحل المتأخرة من النمو إلى تأخير النضج، وعدم صلابة الأبصال المتكونة، وضعف صلاحيتها للتخزين.

وتؤثر نوعية السماد النيتروجينى المستعمل على محصول البصل ونوعية الأبصال المنتجة؛ فقد وجد Batal وآخرون (١٩٩٤) أنه عند التسميد الآزوتى بمعدلات متوسطة أو مرتفعة (١٦٨، و ٢٢٤ كجم نيتروجينا للهكتار على التوالى)، أدى استعمال نترات الأمونيوم، أو نترات الصوديوم، أو نترات الصوديوم والبوتاسيوم إلى زيادة حجم الأبصال بشدة، وكانت نترات الأمونيوم أكثرها تأثيرًا. كذلك أدت المستويات العالية (٢٢٤ كجم نيتروجين للهكتار) والإضافات المتكررة من العنصر (فى تربة رملية) إلى زيادة حجم الأبصال ووزنها. وكانت أفضل معاملات الإضافات المتكررة تأثيرًا فى زيادة حجم الأبصال تلك التى أضيف فيها ٣٣٪ من النيتروجين خلال الإثنى عشرة أسبوعًا الأولى من فترة النمو ثم أتبعت بثلاث إضافات أخرى - كل منها ٢٢٪ من النيتروجين - خلال الإثنى عشرة أسبوعاً التالية. وكانت أكثر الأسمدة الآزوتية تأثيرًا فى زيادة أعفان الأبصال نترات الأمونيوم، وأقلها تأثيرًا نترات الكالسيوم ونترات الصوديوم.

وقارن Abbes وآخرون (١٩٩٥) تسميد البصل بنسب مختلفة من الأمونيوم إلى النترات تراوحت بين الصفر والـ ١٠٠٪ لكل أيون منهما، مع تثبيت مستوى النيتروجين فى المحلول المغذى - فى جميع المعاملات - عند مللى مولار واحد، ووجد الباحثون أن تأثير أيون النيتروجين على نمو الجذور، ووزن النمو الخضرى، والوزن الكلى للنبات قد توقف على عمر النبات. ففى مراحل النمو المبكرة حدث أكبر نمو نباتى وامتصاص للنيتروجين عندما استعمل الأمونيوم كمصدر وحيد للعنصر. وفى مراحل النمو التالية ازداد النمو النباتى وامتصاص الكالسيوم كلما زيدت نسبة النترات إلى الأمونيوم فى المحلول المغذى. وقد أدت زيادة الأمونيوم إلى نقص امتصاص الكاتيونات الأخرى وإلى زيادة امتصاص الفوسفور، ولكن لم تظهر أعراض نقص النيتروجين فى أى من معاملات التسميد.

ولاتمتص نباتات البصل - عادة - إلا نحو ٣٧٪ من كميات النيتروجين التى تسمد بها النباتات لإنتاج أعلى محصول من البصل. أما الكمية الباقية فإن جزءًا منها يتسرب إلى باطن التربة مع مياه الرشح، بينما يتبقى الجزء الآخر فى التربة إلى ما بعد حصاد المحصول. ويجب ألا يكون هذا الجزء الأخير كبيرًا لكى لايحفّز النباتات على تكوين نموات جديدة فى مراحل النمو المتأخرة؛ الأمر الذى يؤدى إلى تأخير النضج.

ويعنى ذلك أن كميات الأسمدة الآزوتية التى يتعين إضافتها لإنتاج أعلى محصول من البصل يترتب على إضافتها تلوث المياه الجوفية بالأسمدة، وزيادة ملوحة التربة.

وتتم معالجة ذلك جزئيًا بالاكتفاء بإضافة النيتروجين بمعدل حوالى ٢٠ كجم للهكتار (حوالى ٨,٥ كجم للفدان) عند الزراعة – وتحت خطوط الزراعة – فى صورة محلول بادئ من فوسفات الأمونيوم؛ حيث يؤدى ذلك إلى إسراع نمو البادرات – بسبب زيادة امتصاص الفوسفور – مع امتصاص البادرات لمعظم كمية النيتروجين المضافة. ومع إضافة كميات أخرى من نترات الأمونيوم مع الفوسفور والبوتاسيوم قبل الزراعة، فإن معدل إزالة النيتروجين من التربة يمكن أن يرتفع من ٣٣٪ إلى ٥٢٪. ويرجع ذلك إلى أن النمو السريع المبكر للنباتات بسبب المحلول البادئ من فوسفات الأمونيوم يزيد من كفاءة المجموع الجذرى فى الاستفادة من العناصر السمادية المضافة (عن Brewster ١٩٩٤).

الفوسفور وأهميته

يعتبر توفر الفوسفور أمرًا حيويًّا للنمو النباتى المبكر، وتزداد الاستجابة للتسميد بالعنصر فى الجو البارد.

ويؤدى نقص الفوسفور إلى بطء النمو، وتأخير النضج، وزيادة قطر الرقبة. كذلك يظهر فى حالة نقص العنصر تبرقشًا باللونين الأصفر والأخضر على الأوراق الكبيرة.

ويتعين لإنتاج محصول جيد من البصل أن لايقل تركيز الفوسفور الميسر فى التربة – والمستخلص بواسطة بيكربونات الصوديوم – عن ١٨ مجم/كجم من التربة (Abdul Ghani & Habib-ur-Rehman ١٩٩٣).

وتمتص نباتات البصل ٣٢، و ٤٧، و ٢١٪ من احتياجاتها من عنصر الفوسفور خلال الشهرين الأول والثانى، والشهر الثالث، والشهر الرابع بعد الشتل على التوالى. ويبلغ إجمالى الامتصاص حوالى ٥٥ كجم من P_2O_5 للفدان، يصل نحو ربعها إلى الأوراق، والباقى إلى محصول الأبصال.

البوتاسيوم وأهميته

تظهر أعراض نقص البوتاسيوم على صورة اصفرار فى قمة الأوراق المسنة يتحول تدريجيًّا إلى اللون الرمادى المصفر، مع تقدمه باتجاه قاعدة الورقة التى تذبل فى نهاية الأمر. كما يؤدى نقص العنصر إلى تأخير النضج، وزيادة نسبة الأبصال ذات العنق السميك.

يتعين لإنتاج محصول جيد من البصل أن لايقل تركيز البوتاسيوم الميسر فى التربــة - والمستخلص بواسطة خلات الأمونيوم - عن ٢١٨ مجم/كجم من التربة (Abdul Ghani & Habib-ur-Rehman ١٩٩٣).

ويمتص نبات البصل نحو ٤٩، و ٣٥، و ١٦٪ من احتياجاته من عنصــر البوتاســيوم خلال الشهرين الأول والثانى، والشهر الثالث، والشهر الرابع بعد الشتــل علــى التوالــى. ويبلغ إجمالى الامتصاص حوالى ٥٥ كجم من K_2O للفدان، يصل نحو ٤٠٪ منها للأوراق، والباقى إلى محصول الأبصال.

العناصر الأخرى

الكالسيوم

أوضحت دراسات Fenn وآخرون (١٩٩١) أن إضافة الكالسيوم أدت إلى زيادة كفــاءة امتصاص النيتروجين المستعمل فى التسميد؛ فقد قارن الباحثون التسميد - تحت ظــروف الصوبة - بنسب مولارية من الكالسيوم إلى الأمونيوم تراوحت فيها نسبة الكالسيوم مــن الصفر إلى ضِعف الأمونيوم، ووجدوا أن امتصاص الأمونيــوم ازداد بمقــدار ١٨٩٪ فــى الأبصال وبمقدار ٦٧٪ فى النموات الخضرية بزيادة النســبة المولاريــة بيــن الكالسـيوم والأمونيوم حتى ١:١ ، كما زاد محصول الأبصال بنسبة ٤١٪ بزيادة النســبة المولاريــة بينهما إلى ٠,٥ : ١,٠ . وتحت ظروف الحقل أدى التسميد بكلوريد الكالسيوم مع اليوريــا بنسبة مولارية مقدارها ٠,٢٥ : ١,٠ من الكالسيوم إلى الأمونيوم إلــى زيــادة محصــول الأبصال بنسبة ٦٤٪ مقارنة بالتسميد باليوريا فقط.

النحاس

من الأعراض المميزة لنقص عنصر النحاس أن قمة الأوراق تصبح خضراء مصفــرة، ثــم تتحول إلى اللون الأصفر، فالأبيض، وتلتو بزاوية قائمة. أما الأبصال فتكون حراشيفها رقيقــة، وباهتة اللون، وتنفصل بسهولة عن البصلة أثناء تداول المحصول. ويتبع ذلك نقص الجــودة، وضعف قدرة الأبصال على التخزين.

تظهر أعراض نقص النحاس عندما ينخفض تركيزه فى الأوراق عن ٣ ميكروجرامات/جــم (٣ أجزاء فى المليون). ويعالج نقص الزنك فى التربة بإضافة نحــو ٣٠٠-٣٥٠ كجـم مــن مسحوق كبريتات النحاس للهكتار (١٢٥-١٥٠ كجم للفدان). أما أثناء النمو فإن نقص النحاس

يمكن معالجته بالرش بكبريتات النحاس بتركيز ٠,٢٥٪، ثم تكرار الرش - إذا لزم الأمر - بعد حوالى ثلاثة أسابيع من الرشة الأولى. وتجدر الإشارة إلى أن عنصر النحاس يصبح سامًا للبصل إذا وصل تركيزه فى المادة الجافة إلى ٢٠ جزءًا فى المليون أو أكثر من ذلك (عن Brewster ١٩٩٠).

المنجنيز

من أهم أعراض نقص المنجنيز ضعف النمو النباتى بشدة مع ظهور خطوط صفراء اللون على الأوراق الخارجية، مع موتها من القمة نحو القاعدة، وانحنائها لأسفل.

ويعالج نقص العنصر برش النباتات بكبريتات المنجنيز بمعدل ١٥ كجم للهكتار (٦ كجم للفدان)، أو بإضافة كبريتات المنجنيز إلى التربة بمعدلات أعلى من ذلك .

البورون

من أهم أعراض نقص البورون تقزم النباتات وتشوهها. ويختلف لون الأوراق المتأثرة بنقص العنصر بين الأخضر القاتم الضارب إلى الرمادى و الأخضر الضارب إلى الزرقة، ولكن مع اكتساب الأوراق الحديثة تبرقشًا واضحًا باللونين الأخضر والأصفر. وتظهر على الجانب العلوى للأوراق القاعدية مناطق متكرمشة لاتلبث أن تظهر فيها تشققات، ثم تصبح الأوراق صلبة وسهلة التقصف (عن Purvis & Carlous ١٩٦٤).

يؤدى الرى بالمياه الغنية بالبورون إلى زيادة تدريجية فى محتوى التربة من العنصر، مع زيادته فى المحلول الأرضى، حيث يوجد توازن بين البورون المدمص على سطح غرويات التربة والبورون الذائب فى المحلول الأرضى. ويتوقف تركيز البورون فى المحلول الأرضى على تركيزه فى مياه الرى، وطبيعة التربة، وكمية مياه الرى المستعملة، ومعدل الغسيل Leaching Fraction.

وقد وجد Francois (١٩٩١) أن محصول البصل ينقص بمقدار ١,٩٪ مع كل زيادة مقدارها ملليجرام واحد من البورون فى كل لتر من المحلول الأرضى أعلى من ٨,٩ مجم/لتر، ولكن لم يتأثر قطر الأبصال أو وزنها بزيادة تركيز البورون حتى الحدّ الذى استعمل فى الدراسة، وهو ٢٠ مجم/لتر. وقد وجد ارتباط مباشر وموجب بين تركيز البورون فى الأوراق والأبصال وتركيزه فى المحلول الأرضى.

التعرف على الحاجة للتسميد من تحليل النبات

يفيد تحليل نبات البصل فى التعرف على مدى حاجته للتسميد. وتستخدم الورقة الثالثة فى الظهور كدليل للتحليل، على أن يكون ذلك فى منتصف موسم النمو، وعلى أن تكون الورقة هى أطول أوراق النبات فى ذلك الحين. ويُبيّن جدول (٥-١) المستويات الدالة على نقص وكفاية بعض العناصر فى نبات البصل على تلك الأسس (Lorenz & Maynard ١٩٨٠).

جدول (٥-١): المستويات الدالة على نقص وكفاية بعض العناصر فى نبات البصل (على أساس الوزن الجاف).

العنصر	المستوى عند	
	النقص	الكفاية
الآزوت الكلى (٪)	أقل من ٢,٠	أكثر من ٢,٥
الفوسفور الكلى (٪)	أقل من ٠,١	أكثر من ٠,٢
البوتاسيوم الكلى (٪)	أقل من ٢,٠	أكثر من ٢,٥
الزنك الكلى (جزء فى المليون)	أقل من ١٥,٠	أكثر من ٢٠,٠
المنجنيز الكلى (جزء فى المليون)	أقل من ١٥,٠	أكثر من ٢٠,٠

أما جدول (٥-٢) فإنه يوضح المحتوى الحرج والمدى المناسب من مختلف العناصر عند اختلاف مرحلة النمو والجزء النباتى المستعمل فى التحليل.

برنامج تسميد البصل

قواعد عامة

تستجيب نباتات البصل - وغيرها من الخضر الثومية - للإضافات الكبيرة من مختلف العناصر السمادية، بدرجة أكبر من استجابة غيرها من الخضر - مثل الصليبيات - على الرغم من أن محصول البصل لايزيل من التربة من هذه العناصر ما تزيله الخضر الأخرى. ويرجع ذلك إلى أن المجموع الجذرى للبصل سطحى (غير متعمق)، وقليل الكثافة، ولاتحتوى الجذور على شعيرات جذرية. لذا .. فإن قدرة جذور البصل على امتصاص العناصر الغذائية من التربة تزداد بزيادة كميات العناصر التى تصل إليها بطريق الانتشار diffusion فى المحلول الأرضى؛ الأمر الذى لايتحقق إلا بزيادة معدلات التسميد (عن Brewster ١٩٩٤).

جدول (٥–٢) : المحتوى الحرج (يمثله الحد الأدنى) والمدى المناسب من مختلف العناصر الغذائية في البصل حسب تقديرات حُصِلّ عليها من دراسات مختلفة (عن Caldwell وآخرين ١٩٩٤).

الدراسة	الجزء النباتي المستعمل(أ)	مرحلة النمو(ب)	نوع الدراسة(جـ)	النسبة المئوية في المادة الجافة لعنصر				
				النيتروجين	الفوسفور	البوتاسيوم	الكالسيوم	المغنيسيوم
١	YMB	MG	S	٣,٥–٢,٥	٠,٤٠–٠.٢٥	٥,٠–٢,٥	٣.٥–١.٥	٠.٥٠–٠.٣٠
٢	YMB	B	G	٣,٨–٣.٠	٠,٤٠–٠,٢٧	٣,٤–٢,٠	١,٧–٠.٩	٠.٣٨–٠.١٨
٣	YMB	$B_{2.5}$	F	٤,٠	٠.٤٥–٠,٤٣	٤.٦–٤.٥	–	–
٤	T	B	F	٣,٠–٢,٧	٠,٤٠–٠,٣٠	٢.٧–٢.٥	–	–
٥	W	3m	G	٢,٣–١,٩	٠,٣٠–٠.١٨	٢,١–١.٧	–	--

(أ) – YMB : أحدث نصل ورقة مكتمل النمو Youngest Mature Blade، و T : قمة النبات Top ، و W: كل النبات Whole Plant .

(ب) – MG : منتصف النمو Mid-Growth ، و B : تكوين الأبصال Bulbing ، و $B_{2.5}$: البصلة بقطر ٢,٥ سم ، و 3m : عمر ثلاثة شهور 3 months .

(جـ) – S : حصر Survey ، و G : في الصوبة Greenhouse ، و F : في الحقل Field.

كذلك تستجيب بادرات البصل للأسمدة البادئة التي تضاف تحت الشتلات أو البذور المزروعة، حتى ولوكانت التربة غنية أصلاً بالعناصر المغذية الضرورية للنبات. ومرد ذلك أن بادرات البصل الصغيرة تكون في حاجة إلى تركيزات أعلى من العناصر – لكل وحدة طول من الجذر – عن النباتات الأكبر عمرًا، كما يكون المجموع الجذري المحدود للبادرة بعيدًا عن الأسمدة التي تضاف نثرًا قبل الزراعة.

وقد أدى استعمال محلول بادئ من فوسفات الأمونيوم – تحت البذور – عند الزراعة في تربة خصبة مسمدة جيدًا بالنيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم إلى زيادة امتصاص النباتات لعنصري الفوسفور والنيتروجين ، وزيادة النمو الخضري المبكر بنحو ٥٠٪ ، وبما يعادل نحو ٣–٣,٥ يومًا من النمو النباتي، مقارنة بالنباتات التي لم تتلق معاملة السماد البادئ. كما بكرت معاملة السماد البادئ النضج بنحو يوم إلى يومين ونصف، وذلك بحساب عدد الأيام حتى انحناء أوراق ٥٠٪ من النباتات إلى أسفل. كذلك أدت المعاملة بالسماد البادئ إلى نقص نسبة النباتات غير الناضجة ذي الرقاب السميكة، إلا أنها لم تؤثر على المحصول (Brewster وآخرون ١٩٩١).

وكما أسلفنا .. فإن توفر الفوسفور يعد أمرًا حيويًّا للنمو النباتي المبكر، وتزداد الاستجابة

للعنصر فى الجو البارد. وإذا حدثت المراحل الأولى لنمو البادرات خلال فصل الشتاء، فإنه يتعين استمرار التسميد بالفوسفور على امتداد تلك الفترة. وللتغلب على هذه المشكلة تفضل إضافة الفوسفور – نثرًا قبل الزراعة – بمعدل ٣٠٠ كجم فوسفورًا للهكتار (حوالى ١٢٥ كجم للفدان). ولكن يمكن استعمال كميات أقل من الفوسفور إذا أمكن إضافته تحت سطور الزراعة فى حالات زراعة البذور آليًا – مباشرة – فى الحقل الدائم.

وبمقارنة التسميد بمستويات مختلفة من الفوسفور، هى: صفر ، و ١٢٠، و ٢٤٠، و ٣٦٠ كجم من سماد السوبر فوسفات الأحادى للفدان، وجد Farghali & Zeid (١٩٩٥) أن محصول البصل ازداد بزيادة التسميد الفوسفاتى، وأن أعلى محصول أنتج عندما كان التسميد بمعدل ٢٤٠ أو ٣٦٠ كجم سوبر فوسفات للفدان.

وقد استجاب البصل – فى دراسات مختلفة – لزيادة معدلات التسميد الآزوتى حتى ٩٠، و١٣٤، و١٨٠، و ٢٨٦ كجم نيتروجيناً للهكتار (٣٨، و ٥٦، و ٧٦، و ١٢٠ كجم للفدان على التوالى) (عن Batal وآخرون ١٩٩٤)، وكذلك حتى ١٠٠-١٢٥ كجم للهكتار (٤٢-٥٢ كجم للفدان) (Visser وآخرون ١٩٩٥).

وفى الهند .. استجاب البصل لأعلى معدل تسميد آزوتى استعمل فى إحدى الدراسات، وهو ١٢٥ كجم للهكتار أو نحو ٥٠ كجم للفدان (Baloch وآخرون ١٩٩١). وفى أستراليا لزم التسميد بنحو ٢١٠-٢٣٠ كجم نيتروجيناً للهكتار أو نحو ٩٠-٩٥ كجم للفدان (Maier وآخرون ١٩٩٢).

ويستدل من مختلف الدراسات أن البصل يستجيب كثيرًا للتسميد بعناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم. ويتطلب المحصول – عادة – من ١٥٠-٢٠٠ كجم نيتروجينًا للهكتار (٦٥-٨٥ كجم للفدان)، ونحو ٢٥ إلى ١٣٠ كجم من الفوسفور للهكتار فى الأراضى الفقيرة والأراضى الغنية بالعنصر على التوالى (١٠ و ٥٥ كجم للفدان على التوالى)، ونحو ٥٠ إلى ٢٥٠ كجم من البوتاسيوم للهكتار فى الأراضى الفقيرة والأراضى الغنية بالعنصر على التوالى (٢٠ و ١٠٥ كجم للفدان على التوالى) (عن Brewster ١٩٩٠). ويلاحظ أن الكميات المبينة أعلاه من عنصرى الفوسفور والبوتاسيوم هى من العناصر ذاتها وليست من أكاسيدها (للتحويل من P_2O_5 إلى P يضرب فى ٠,٢٣٦٤، وللتحويل من K_2O إلى K يضرب فى ٠,٨٣٠١)

يضاف الفوسفور والبوتاسيوم إلى التربة قبل الزراعة – عادة – كما يضاف معظم النيتروجين أيضًا خلال هذه المرحلة، ولكن تلزم إضافة المزيد من النيتروجين أثناء نمو المحصول.

ويراعى دائما عدم الإفراط فى كميات الأسمدة السريعة الذوبان التى تضاف قبل الزراعة – مثل الأسمدة النتراتية – ذلك لأنها تؤدى إلى زيادة ملوحة المحلول الأرضى؛ الأمر الذى يضر كثيرًا بإنبات البذور ونمو البادرات، حيث يعتبر البصل من المحاصيل الحساسة للملوحة. ولاتزيد كمية النيتروجين التى تضاف – عادة – قبل الزراعة عن ٦٠-٨٠ كيلو جرام للهكتار (٢٥-٣٥ كجم للهكتار).

التسميد فى الأراضى الطميية

يسمد البصل فى الأراضى الثقيلة والطميية – التى تروى بالغمر – عند الحرث بنحو ٣٠٠-٤٠٠ كجم من السوبر فوسفات (أى بنحو ٤٥-٦٠ وحدة P_2O_5) للفدان، ثم يضاف نحو ١٠٠-٢٠٠ كجم من سلفات البوتاسيوم (أى نحو ٥٠-١٠٠ كجم وحدة K_2O) للفدان عند ريّة المحاياة. أما السماد الآزوتى، فيضاف بمعدل ٤٠٠-٤٥٠ كجم سلفات نشادر (أى بمعدل ٨٠-٩٠ كجم نيتروجين للفدان)، وتضاف سرًّا أسفل النباتات على جانبى الخط على دفعتين، الأولى بعد العزق بنحو ٢٥-٣٠ يومًا من الشتل وريّة الزراعة، والثانية: بعد ذلك بنحو ٣٠ يومًا (معهد بحوث الإرشاد الزراعى والتنمية الريفية ١٩٨٥).

التسميد فى الأراضى الرملية

أولا: أسمدة تضاف قبل الزراعة وتخلط بالسماد العضوى:

تكون إضافة الأسمدة السابقة للزراعة نثرًا أثناء إعداد الحقل للزراعة، مع تغطيتها بالحراثة، ويوصى بإضافة الأسمدة التالية للفدان:

٤٠ م^3 من السماد البلدى (سماد الماشية)، أو نحو ٢٠ م^3 من السماد البلدى، مع ١٠ م^3 من سماد الكتكوت (زرق الدواجن).

٣٠ كجم نيتروجينًا (١٥٠ كجم سلفات نشادر)، و ٦٠ كجم P_2O_5 (٤٠٠ كجم سوبر فوسفات عاديًا)، و ٣٠ كجم K_2O (٦٠ كجم سلفات بوتاسيوم)، و٨ كجم MgO (٨٠ كجم سلفات مغنيسيوم)، و ١٠٠ كجم كبريتًا زراعيًا.

ثانيًا: أسمدة عناصر أولية تضاف عن طريق التربة، أو مع ماء الرى بعد الزراعة:

توالى حقول البصل بعد الشتل بالتسميد بالعناصر الأولية بمعدل حوالى ١٠٠ كجم نيتروجينًا (N)، و ١٢٠ كجم بوتاسيوم (K_2O) للفدان على النحو التالى:

١ – تستخدم اليوريا وسلفات الأمونيوم (بنسبة ١ : ١ من النيتروجين المضاف)

كمصدر للنيتروجين خلال الأسابيع الثلاثة الأولى بعد إنبات البصيلات أو الشتل، ثم تستخدم سلفات النشادر - منفردة - أو مع نترات الأمونيوم بعد ذلك. وتتوقف النسبة المستخدمة من النيتروجين النتراتى على درجة الحرارة السائدة؛ حيث تنتفى الحاجة إليه فى الجو الدافئ (لتحول الأمونيوم إلى نترات بسرعة فى هذه الظروف)، بينما تزيد الحاجة إليه (فى حدود ٢٥-٥٠٪ من كمية النيتروجين الكلى المضاف) فى الجو البارد.

٢ - تستخدم سلفات البوتاسيوم كمصدر للبوتاسيوم، ويلزم - فى حالة إضافتها مع ماء الرى بالرش - عمل عجينة من السماد مع حامض النيتريك بنسبة ٤ : ١، وتركها يومًا كاملاً قبل إذابتها فى الماء وأخذ الرائق للتسميد به.

٣ - توزع كميات عناصر النيتروجين والبوتاسيوم المخصصة للمحصول على النحو التالى:

أ - يزداد معدل التسميد بالنيتروجين - تدريجيًّا - إلى أن يصل إلى أقصى معدل له بعد الشتل أو إنبات البصيلات بنحو شهرين، ثم تتناقص الكمية -تدريجيًّا - إلى أن يتوقف التسميد نهائيًّا قبل الحصاد بنحو ثلاثة أسابيع.

ب - يزداد معدل التسميد بالبوتاسيوم ببطء، إلى أن يصل إلى أقصى معدل له بعد الشتل أو إنبات البصيلات بنحو شهرين ونصف الشهر إلى ثلاثة شهور، ثم تتناقص الكمية المضافة منه تدريجيًا، إلى أن يتوقف التسميد بالبوتاسيوم كلية مع توقف الرى السابق للحصاد.

٤ - تحسب الكمية اللازمة من جميع الأسمدة لكل أسبوع من موسم النمو - حسب مرحلة النمو النباتى - ثم تضاف بالكيفية التالية:

أ - فى حالة الرى السطحى (وهو ما لايوصى به فى الأراضى الرملية):

تخلط الأسمدة معًا وتضاف - على فترات أسبوعية - سرًا إلى جانب النباتات، وعلى مسافة ٧ سم من قاعدتها.

ب - فى حالة الرى بالرش:

تخلط الأسمدة معًا، وتضاف سرًا إلى جانب النباتات كما فى حالة الرى السطحى. كذلك يمكن التسميد مع ماء الرى بالرش، وخاصة خلال النصف الثانى من حياة النبات، حينما تكون جذوره قد انتشرت فى الحقل إلى درجة تسمح بأكبر استفادة ممكنة من الأسمدة المضافة، والتى تتوزع مع ماء الرى فى كل الحقل. ويلزم فى هذه الحالة تشغيل جهاز الرى بالرش أولا بدون سماد،

لمدة تكفى لبل سطح التربة، وبل أوراق النبات، وإلا فقد السماد بتعمقه فى التربة مع ماء الرى. يلى ذلك إدخال السماد مع ماء الرى لمدة تكفى لتوزيعه بطريقة متجانسة فى الحقل، ويعقب ذلك الرى بالرش بدون تسميد لمدة قصيرة؛ بغرض غسل السماد من على الأوراق، وتحريكه فى التربة، والتخلص من آثاره فى جهاز الرى بالرش.

ثالثا : التسميد بالعناصر السمادية الأخرى:

لاتحتاج حقول البصل - عادة - إلى كميات إضافية من عناصر الكبريت، والمغنيسيوم، والكالسيوم التى تتوفر بكميات تفى بحاجة النبات فى الأسمدة التى سبقت الإشارة إليها.

أما العناصر الصغرى:(الحديد، والزنك، والمنجنيز، والنحاس، والبورون) .. فإنها تتعرض للتثبيت إذا كانت إضافتها عن طريق التربة، أو مع ماء الرى؛ لأن هذه العناصر تثبت فى الأراضى القلوية، فى حين أن جميع الأراضى الصحراوية قلوية؛ لذا لاتفضل إضافة هذه العناصر عن طريق التربة إلا فى صورة مخلبية.

ويمكن إضافة ملح الكبريتات إلى هذه العناصر بطريقة الرش بمعدل ١-١,٥ كجم مع ٤٠٠ لتر ماء للفدان. وإذا استخدمت الصورة المخلبية لهذه العناصر رشًا على الأوراق .. فإنها تستعمل بمعدل ٠,٢٥-٠,٥٠ كجم فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان.

أما عنصر البورون .. فإنه يضاف دائمًا فى صورة معدنية على صورة بوراكس؛ إما عن طريق التربة بمعدل ٥-١٠ كجم للفدان، وإما رشًا على الأوراق بمعدل ١-٢ كجم فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان.

ويمكن استبدال الأسمدة المفردة - التى سبق ذكرها - بالأسمدة المركبة وهى كثيرة جدًا. تعطى أربع رشات من هذه الأسمدة؛ تكون أولاها بعد إنبات التقاوى بنحو ثلاثة أسابيع، ثم كل ثلاثة أسابيع بعد ذلك.

التلقيح بالميكوريزا

يطلق اسم ميكوريزا Mycorrhizae (وليس ميكورهيزا) - مجازًا - على مجموعة من الفطريات التى تعرف باسم Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae (اختصارًا: VAM)، وهى من الفطريات الطحلبية Phycomycetes التى تعيش معيشة تعاونية مع جذور النباتات. وتعد هذه الفطريات من المتطفلات الإجبارية Obligate Parasites التى لايمكن زراعتها على بيئات

صناعية، فهى لاتنمو إلا مع عوائلها. وقد ذكرنا أن كلمة "ميكوريزا" تطلق – مجازًا – على هذه الفطريات؛ ذلك لأنها مصطلح يصف العلاقة بين هذه الفطريات وجذور النباتات الراقية.

وتؤدى العدوى بفطريات الميكوريزا إلى زيادة مقاومة النباتات لمسببات الأمراض، وزيادة تحملها لظروف الجفاف، وزيادة امتصاصها للعناصر غير المتحركة فى التربة، مثل الفوسفور والزنك. وللتفاصيل الخاصة بهذه الفطريات – بصورة عامة – يمكن الرجوع إلى حسن (١٩٩٨).

وتتوقف فاعلية المعاملة بفطريات الميكوريزا على مدى نجاح الفطريات فى إصابة جذور البصل لكى تتعايش معها؛ الأمر الذى يتوقف على عديد من العوامل، مثل: العدوى بالفطريات فى المكان المناسب، وفى الوقت المناسب، وعمر جذور النبات عند إجراء العدوى (حيث يوجد تناسب عكسى بين عمر الجذور وقابليتها للإصابة)، ومدى قابلية المحصول للإصابة بهذه الفطريات.

وقد وجد Akef وآخرون (١٩٩٠) أن إصابة جذور البصل بفطر الميكوريزا *Glomus deserticola* بدأت بعد العدوى بالفطر بمدة ثلاثة أيام، ووصلت إلى ٥٠٪ من الطول الكلى للجذور بعد ٢١ يومًا. وبالمقارنة .. بدأت الإصابة بالفطرين *G. mosseae*، و *G. intraradices* بعد ١٢ يومًا، وبلغت ١٥٪، و ٣٧٪ – على التوالى – بعد ٢١ يومًا. وفى تجربة أخرى حدثت إصابة سريعة لجذور البصل بالفطر *G. deserticola* عند عمر ثلاثة أيام، ثم ازدادت إلى ٥١٪ بعد ثلاثة أيام من العدوى، بينما كانت النباتات التى بعمر ١٠ أيام أو ١٧ يومًا أقل كثيرًا فى استجابتها لفطريات الميكوريزا، ولكنها أصيبت بشدة عند عمر ٣٠ يومًا عندما تكونت بها جذور جديدة. وكانت أفضل طريقة للعدوى هى وضع الفطريات تحت البذور – عند الزراعة – بعمق ٣ سم. وقد أدت هذه المعاملة إلى تحسين نمو البصل فى الأرض المعقمة، ولكنها لم تكن مؤثرة على نموه فى تربة غير معقمة.

وقد وجد Sukarno وآخرون (١٩٩٣) أن معاملة التربة بأى من المبيدات الفطرية: بنليت Benlate (benomyl)، أو أليت Aliette (fosetyl-Al)، أو ردوميل Ridomil (metalaxyl) كان لها تأثيرًا سلبيًا كبيرًا على فطريات الميكوريزا سواء أكانت تلك التى تعيش حرة فى التربة، أم التى تتعايش مع جذور البصل، ولكن تباينت الفطريات فى تأثيراتها على كل من فطريات الميكوريزا ونمو نباتات البصل.

كذلك فإن تسميد البادرات جيدًا بالفوسفور يؤدى إلى زيادة مستوى العنصر فى جذور النباتات؛ الأمر الذى يؤثر سلبيًا على قابليتها للإصابة بهذه الفطريات (عن Waterer &

Coltman ١٩٨٨)، كما يزداد الفوسفور فى إفرازات الجذور؛ الأمر الذى يؤثر بدوره سلبيًا على نمو هيفات الفطر فى التربة (Tawaraya وآخرون ١٩٩٦).

وقد وجد Waterer & Coltman (١٩٨٨) أن زيادة مستوى الفوسفور المعطاة لشتلات البصل بزيادة تركيز العنصر فى المحلول المغذى من ٤ إلى ٥٦ مجم P/لتر، أو بالتسميد بالعنصر كل ٤ أيام بدلاً من كل ٨ أيام أضعف إصابة نباتات البصل بفطر الميكوريزا *Glomus aggregatum*، وكان ذلك مصاحبًا بزيادة فى الوزن الطازج للنباتات وزيادة محتواها من الفوسفور. ولم تكن العدوى بالميكوريزا مؤثرة فى زيادة الوزن الطازج للنباتات ومحتواها من الفوسفور إلا عندما كان مستوى الفوسفور الميسر لاستعمال النبات منخفضًا. وتحت هذه الظروف – التى واكبت التسميد بمعدلات منخفضة من الفوسفور وعلى فترات متباعدة – كانت الإصابة بفطر الميكوريزا جيدة، والنمو النباتى جيدًا.

وقد عامل Vosatka (١٩٩٥) نباتات البصل بعدة أنواع من فطريات الميكوريزا من الجنس *Glomus*، هى:

G. fasciculatum	*G. caledonium*
G. aggregatum	*G. intraradices*
G. vesiculiferum	*G. versiforme*
G. mosseae	*G. etunicatum*

وحصل الباحث على نتائج إيجابية من المعاملة بغالبية هذه الأنواع. وعلى الرغم من أن بعض الاختبارات أعطت نتائج أفضل فى حالة عدم تسميد البصل، إلا أن حالات أكثر كانت نتائجها إيجابية حتى مع النباتات المسمدة والمروية جيدًا.

وحصل Tawaraya وآخرون (١٩٩٦) على أفضل النتائج (أفضل إصابة بالميكوريزا، وأعلى تركيز للفوسفور فى النموات الخضرية للبصل، وأعلى وزن جاف للنموات الخضرية) عند تلقيح (عدوى) جذور البصل بفطر الميكوريزا *Glomus fasciculatum* ، مقارنة بالعدوى بالفطرين *G. mosseae* ، و *G. caledonium* ، وذلك عند جميع مستويات التسميد الفوسفاتى، وهى صفر، و ٢١٨، و ٤٣٠ مجم فوسفورًا/أصيص، ولكن حدثت أعلى إصابة بالميكوريزا عند عدم التسميد بالفوسفور وانخفضت الإصابة تدريجيًا بزيادة مستوى التسميد الفوسفاتى.

ولمزيد من التفاصيل عن موضوع الميكوريزا فى البصل .. يراجع Stribley (١٩٩٠).

المعاملة بمنظمات النمو لمنع التزريع فى المخازن

وُجد أن رش نباتات البصل قبل الحصاد بنحو ١٠-١٤ يومًا بالماليك هيدرازيد Maleic Hydrazide، بتركيز ٢٥٠٠ جزء فى المليون يؤدى إلى منع تزريع البصل فى المخازن نهائيًا. ولتوقيت المعاملة أهمية كبيرة، نظرًا لأن التبكير بها عن الموعد المناسب يجعل الأبصال أقل صلابة، والتأخير بها يجعلها عديمة الجدوى. ويكون أفضل وقت للمعاملة عندما تتدلى أوراق نحو ٥٠٪ من النباتات، كما لاتكون المعاملة فعالة إلا إذا وصل منظم النمو إلى الأنسجة الخضراء فى الورقة، حيث ينتقل منها إلى الأنسجة الميرستيمية فى البصلة لتحدث التأثير المطلوب. ولذا .. فإن معاملة الأبصال نفسها بالماليك هيدرازيد لاتفيد لأن المادة تبقى على الحراشيف الميتة الخارجية، ولاتنتقل إلى داخل البصلة. وليس لهذه المعاملة أية تأثيرات غير مرغوبة على البصلة، فهى لاتؤثر على اللون أو النكهة، كما أنها لاتؤدى إلى طراوة الأبصال أو تفريغها، ولاتحدث بالأبصال أية نموات غير طبيعية.

ينتقل الماليك هيدرازيد من الأوراق الخضراء النشطة فى عملية البناء الضوئى إلى القمة الخضرية الميرستيمية؛ حيث يمنع انقسامها. وقد تزداد خلايا القمة الميرستيمية فى الأبصال المخزنة إلى ٤-٥ أضعاف حجمها الطبيعى، ولكنها لاتنقسم، ولاتتميز منها أعضاء جديدة، بل تموت وتتحلل، ويؤدى ذلك فى الأبصال المخزنة إلى تثبيط التزريع والتجذير. ومقارنة بأبصال النباتات غير المعاملة بالماليك هيدرازيد، فإنه لاتحدث فى أبصال النباتات المعاملة الزيادة فى السيتوكينينات ومنشطات النمو الأخرى التى ترتبط بالتزريع، أو النقص فى مثبطات النمو الذى يرتبط بالتزريع كذلك، كما لاتحدث فيها الزيادة السريعة فى معدل التنفس التى تحدث عند اقتراب الأبصال من مرحلة التزريع.

ولكى يُحدث الماليك هيدرازيد تأثيره المثبط للنمو فإن تركيزه فى مركز البصلة يجب ألاّ يقل عن ٢٠ جزءًا فى المليون. ولذا .. فإن لتوقيت المعاملة بمنظم النمو أهميته الكبيرة؛ حيث يجب أن يتجمع المركب فى القمة النامية للبصلة بعد أن تكمل انقساماتها التى تلزم لتكوين حراشيف البصلة ومبادئ أوراقها، ولكن قبل أن تفقد أنصال الأوراق قدرتها على القيام بعملية البناء الضوئى، حيث ينتقل منظم النمو مع الغذاء المجهز فى الأوراق الخضراء إلى القمة النامية فى البصلة. وتؤدى المعاملة مبكرًا قبل قرب اكتمال تكوين الأبصال إلى جعلها غير طبيعية، وطرية، وإسفنجية المركز.

يتراوح التوقيت المناسب للمعاملة بين مرحلة تدلى أوراق ١٠٪ من النباتات فى المناطق

الباردة ومرحلة تدلى أوراق ٥٠٪ من النباتات فى المناطق الحارة. وتجب أن تمر فترة ١٠ ساعات لاتسقط خلالها الأمطار بعد المعاملة لكى يكتمل امتصاص المركب.

وإذا تعدى المحصول المرحلة المناسبة للمعاملة كأن تكون أوراق أكثر من ٥٠٪ من النباتات قد تدلت بالفعل، أو أن تكون بعض الأوراق قد بدأت فى الجفاف، فإنه يمكن زيادة جرعة الماليك هيدرازيد المستعملة فى الرش بنسبة ٥٠٪ (باستعمال ١,٥ كجم من المادة الفعالة أو نحو ٣,٧٥ من المركب التجارى M.H.-40 للفدان بدلاً من كيلو جرام واحد من المادة الفعالة أو نحو ٢,٥ من المركب التجارى للفدان).

وتجدر الإشارة إلى أن الأنسجة البرعمية الداخلية فى الأبصال التى سبقت معاملتها بالماليك هيدرازيد قبل الحصاد لاتصبح صفراء أو خضراء اللون عند تعرضها للضوء، ولكن تبقى بيضاء وساكنة. ويمكن بهذا الاختبار التعرف - بسهولة - على ما إذا كانت الأبصال قد عوملت بالماليك هيدازيد من عدمه.

هذا .. ولاتجوز معاملة الحقول المعدة لاستعمال أبصالها كتقاوٍ لإنتاج البذور بالماليك هيدرازيد (Isenberg ١٩٥٦).

وتجدر الإشارة إلى أنه يتوفر أكثر من ٢١ تحضيرًا تجاريًّا من الماليك هيدرازيد تتفاوت فى نسبة المادة الفعالة التى توجد فيها (Read ١٩٨٢).

ويعتبر الماليك هيدرازيد من المركبات القليلة السمية جدًّا للإنسان، حيث يمكن أن يصل إلى جسم الإنسان منه - مع الطعام - نحو ٥ ملليجرامات لكل كيلو جرام من وزن الجسم دون أن تحدث منه أية أضرار (عن Miedema ١٩٩٤أ).

الفصل السادس

النمو والتطور

مراحل النمو الخضرى لنبات البصل

يمر نبات البصل أثناء نموه من وقت زراعة البذرة حتى اكتمال نضج وتكوين الأبصال بالمراحل التالية:

مرحلة النمو	عدد الأيام من زراعة البذرة حتى مرحلة النمو بالتقريب
١ - البذرة	صفر
٢ - بزوغ الجذير	١٠-١٥
٣ - مراحل تكوين العقدة Loop أو الركبة Knee (وعددها ٣ مراحل)	١٥-٣٠
٤ - مرحلة العلم Flag stage	٣٠-٤٠
٥ - مرحلة نمو الورقة الحقيقية الأولى إلى الثانية	٤٠-٥٠
٦ - مرحلة نمو الورقة الحقيقية الثالثة إلى الرابعة	٥٠-٦٠
٧ - مرحلة تكوين أبصال ظاهرة	٧٠-٩٠
٨ - بداية مرحلة النضج	١٣٠-١٦٠
٩ - اكتمال مرحلة النضج	١٥٠-١٨٠

ويعتبر النبات قد أكمل مرحلة تكوين الأبصال الظاهرة عندما يكون قطر البصلة قد بلغ ضعف قطر عنق النبات، كما يكون النبات فى بداية مرحلة النضج عندما يتوقف تكوين ونمو أوراق جديدة. أما مرحلة اكتمال النضج فيصل إليها النبات عندما تميل أوراقه نحو الأرض.

إنبات البذور

تأثير العوامل السابقة للحصاد على حيوية البذور

تقل نسبة إنبات البذور التى تحصد قبل أسبوعين من نضجها، مقارنة بالبذور الناضجة.

وتعطى البذور التى أنتجتها نباتات كانت نامية فى حرارة يزيد متوسطها عن ١٨°م نسبة أعلى من الإنبات وبادرات أكبر حجمًا، مقارنة بتلك التى أنتجتها نباتات كانت نامية فى حرارة أقل من ذلك، حتى مع تساوى البذور وأجنتها فى الحجم.

تأثير ظروف التخزين على حيوية للبذور

تفقد بذور البصل المخزنة حيويتها بسرعة كبيرة مقارنة ببذور المحاصيل الأخرى. وتنخفض نسبة الإنبات إلى الصفر بعد التخزين لمدة خمس سنوات على حرارة ١٨°م فى أوعية غير محكمة الإغلاق. ويعمل التخزين فى أوعية محكمة الإغلاق وفى رطوبة منخفضة على زيادة فترة احتفاظ البذور بحيويتها، وخاصة إذا أضيف النيتروجين، أو الأرجون، أو ثانى أكسيد الكربون بدلاً من الهواء فى داخل العبوة. ويكون فقد البذور لحيويتها أسرع فى الأكسجين النقى عنه فى الهواء.

ويمكن التعبير الكمى عن العلاقة بين معدل فقد البذور لحيويتها وكل من: درجة حرارة التخزين، ونسبة الرطوبة فى البذور – فى مدى يتراوح بين ٥٪ و ١٨٪ – بالمعادلتين التاليتين:

* المعادلة الأولى:

$$\log_{10} \bar{P} = 4.906 - 0.107m - 0.055t$$

حيث إن :

$\bar{P}$ = متوسط الوقت حتى فقد ٥٠٪ من البذور لحيويتها.

d = الوقت حتى فقد ٥٠٪ من البذور لحيويتها.

m = نسبة الرطوبة فى البذور على أساس الوزن الطازج.

t = حرارة التخزين بالمئوى.

* المعادلة الثانية:

$$\bar{v} = 0.486\bar{P}$$

حيث إن :

$\bar{v}$ = الانحراف القياسى لتوزيع موت البذور فى الوقت d (حتى فقد ٥٠٪ من البذور لحيويتها).

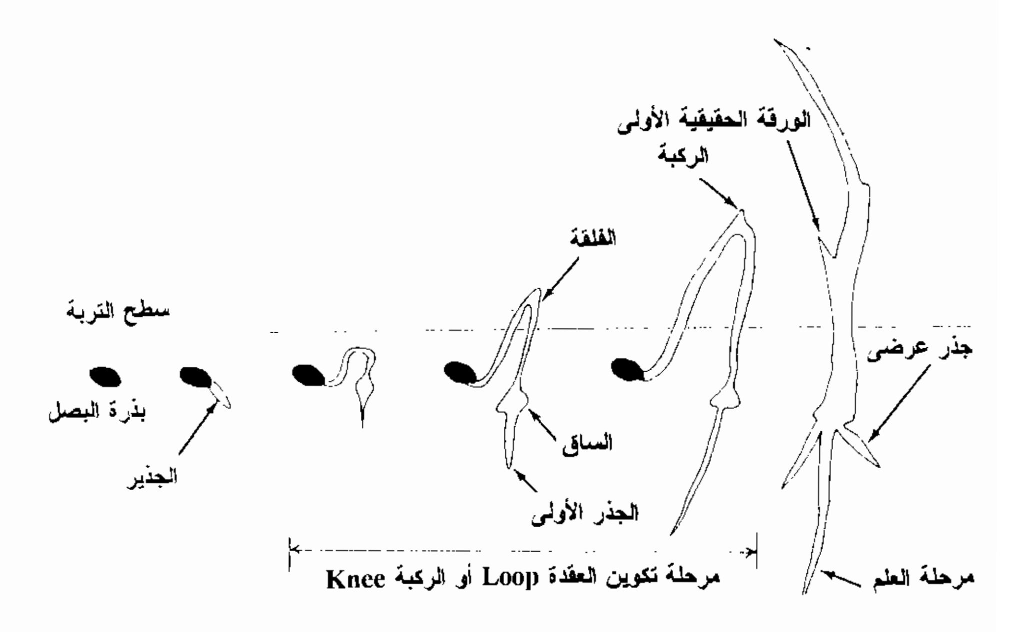
يدل الثابت ٤,٩٠٦ فى المعادلة الأولى على القدرة النظرية المحتملة للبذور على التخزين، وهو أقل مما فى المحاصيل الأخرى التى درست. وأما الثابت ٠,٤٨٦ فى المعادلة الثانية فإنه أعلى مما فى المحاصيل الأخرى؛ وهو ما يعنى اختلاف البذور فى حيويتها وفى سرعة فقدها لحيويتها مع الوقت. ويتساوى الثابت ٠,١٠٧ فى المعادلة الأولى مع الثابت المماثل الذى وجد فى محاصيل أخرى غير البصل، ولكن نظرًا لأن بذور البصل لاتحتفظ بحيويتها لفترة طويلة؛ لذا .. فإن مزايا خفض نسبة رطوبة البذور وتخزينها فى حرارة منخفضة تكون واضحة. وعندما تحتوى البذور على رطوبة أعلى من ١٨٪ فإنها لاتفقد حيويتها بالسرعة التى تتنبأ بها المعادلة الأولى. فمثلاً .. وجد أن معدل فقد بذور البصل لحيويتها كان أقل فى البذور التى احتوت على ٢٠٪ أو ٢٥٪ رطوبة مقارنة بتلك التى احتوت على ١٥٪ رطوبة. ويرجع ذلك إلى ازدياد النشاط الخلوى فى عمليات الإصلاح repair processes عند زيادة نسبة الرطوبة فى البذور إلى ٢٠٪ أو ٢٥٪. ويكون هذا التأثير لرطوبة البذور أكثر وضوحًا فى لوطات البذور التى تنخفض فيها نسبة الإنبات منذ البداية (Brewster ١٩٩٠).

مراحل الإنبات

يمر إنبات البذور بمراحل: بزوغ الجذير، وتكوين العقدة أو الركبة، والعلم، وهى المراحل التى أسلفنا الإشارة إليها. ويوضح شكل (٦-١) تلك المراحل، وبداية المرحلة الخامسة التى يبدأ فيها نمو الورقتين الحقيقيتين الأولى والثانية (عن Voss ١٩٧٩).

تأثير درجة الحرارة والرطوبة الأرضية على إنبات للبذور

يتأثر إنبات بذور البصل بكل من درجة حرارة التربة ومحتواها الرطوبى، وحدث أسرع إنبات – بمتوسط تراوح بين ٦ و ١١ يومًا – فى مجال حرارى تراوح بين ١٥ و ٢٥°م، ونسبة رطوبة أرضية تراوحت بين ٧٠٪ و ٨٠٪. وعندما انخفضت الرطوبة الأرضية إلى ٣٠٪ أدت الحرارة المنخفضة (١٠°م)، والمرتفعة (٢٥°م) إلى تقليل نسبة الإنبات، مقارنة بالحرارة المعتدلة ١٥، و ٢٠°م، بينما كان إنبات البذور عاليًا (٩٠٪ على الأقل) عندما كانت الرطوبة الأرضية عالية (بين ٤٠٪ و ٨٠٪)، سواء أكانت الحرارة ١٠ أو ١٥ أو ٢٠°م. كذلك كانت نسبة إنبات البذور عالية فى حرارة ٢٥°م عندما تراوحت الرطوبة الأرضية بين ٦٠٪ و ٨٠٪ (Kretschmer ١٩٩٤).



شكل (٦–١) :المراحل الأربعة الأولى لنمو نبات البصل حتى بداية تكوين الورقة الحقيقية الأولى.

وعندما تكون درجة الحرارة ثابتة مع توفر الرطوبة الأرضية فإن بذور البصل يلزمها ٢١٩ يوما حراريًّا day-degrees أعلى من درجة حرارة أساس مقدارها ١,٤ °م لكى تصل إلى المرحلة التى تكون فيها فلقات ٥٠٪ من البذور مستقيمة (أى أنبتت وتخطت مرحلة التواء الفلقة على شكل ركبة Knee إلى انفراجها فى خط مستقيم). وتحسب الأيام الحرارية بجمع عدد الساعات التى تمر وتكون فيها درجة الحرارة أعلى من ١,٤ °م مضروبًا فى عدد درجات الحرارة الأعلى من ١,٤ °م فى كل ساعة منها. وعلى الرغم من تساوى البصل مع عديد من خضروات المواسم الباردة الأخرى – كالصليبيات – فى درجة حرارة الأساس تلك، إلا أنه يلزمه عدد أكبر من الأيام الحرارية لاستكمال إنباته عنها؛ فهو يحتاج – مثلا – إلى ضعف عدد الأيام الحرارية التى تلزم الكرنب.

ويكون ارتباط بادرات البصل – خلال فصل الشتاء – بدرجة الحرارة حسب المعادلة التالية:

$$\log_e W = -6.086 + 0.01114D$$

حيث إن:

W = الوزن الجاف للنموات الهوائية بالجرام.

D = الأيام الحرارية المتراكمة بين ٦ و ٢٠ °م ابتداء من وقت بزوغ ٥٠٪ من البادرات.

ويستخدم فى حساب الوقت اللازم لإنبات ٥٠٪ من البذور – عند توفر الرطوبة الأرضية – المعادلة التالية:

مقلوب الفترة حتى ٥٠٪ إنبات = −٠,٠١ + ٠,٠٠٧١٣ × (متوسط درجة حرارة الهواء °م).

وتتسق هذه المعادلة مع الحاجة إلى ١٤٠ يومًا حراريًّا فى حرارة أعلى من ١,٤°م لاستكمال ٥٠٪ إنبات، ولكن الإنبات هنا يحسب بمجرد بزوغ البادرة من التربة.

وعند نقص الرطوبة الأرضية فإن العلاقة بين درجة الحرارة والوقت الذى يلزم لاستكمال الإنبات تضعف كثيرًا (عن Brewster ١٩٩٠).

حدود تحمل بادرات البصل لحرارة التجمد

تتجمد بذور البصل النابتة إذا تعرضت لحرارة −٦,٥°م، ويرجع ذلك غالبًا إلى تكوين البللورات الثلجية داخل خلايا الجذير الذى يكون بطول حوالى ٠,٥ سم. وإذا وضعت البذور النابتة فى ماء مقطر بعد تعريضها لحرارة −٦,٥°م تزداد قدرة الماء على التوصيل الكهربائى؛ مما يدل على حدوث تسرب أيونى من خلال الأغشية. وعلى الرغم من أن وضع البذور المتشربة بالماء فى ماء مقطر بعد تعريضها لحرارة −٦,٥°م لايؤدى إلى زيادة درجة التوصيل الكهربائى للماء المقطر، إلا أن زيادة فترة التعرض لهذه الدرجة المنخفضة لمدة أربعة أيام يؤدى إلى نقص حيويتها (عن Brewster ١٩٩٠).

وتؤدى أقلمة البادرات على حرارة ١°م قبل تعريضها للصقيع إلى جعلها: أقوى نموًا عقب انتهاء فترة تعرضها للصقيع – عما لوكانت أقلمتها على ٣°م – وأقوى نموًا بدرجة أكبر عما لوكانت أقلمتها على ٥°م. كذلك ازدادت قدرة النباتات على تحمل التجمد بزيادة فترة أقلمتها حتى ثلاثة أسابيع، وهى أقصى فترة أقلمة تم اختبارها. وكانت الاستجابة لعملية الأقلمة – فى صورة ازدياد القدرة على تحمل الصقيع – أكبر فى النباتات التى أقلمت وهى بعمر ١٢ أسبوعا عما لوكانت أقلمتها وهى بعمر ٦ أسابيع. وقد ازدادت نسبة السكريات الذائبة من ١١–١٣٪ – حسب الصنف – قبل الأقلمة إلى ٢٣–٣١٪ بعدها، وذلك على أساس الوزن الجاف.

وفى دراسة أخرى تحملت جميع النباتات حرارة −٦°م وماتت جميعها فى حرارة −١٤°م. وبلغت الحرارة التى أدت إلى موت ٥٠٪ من النباتات −١٠,٥°م عند عمر ٧٤ يومًا، و−١٠,٨°م عند عمر ٩٠ يومًا، و −٨,٧°م عند عمر ٥٨ يومًا (عن Brewster ١٩٩٠).

النمو الخضرى

سرعة نمو البصل مقارنة بالمحاصيل الأخرى

يعتبر البصل من المحاصيل ذات البادرات البطيئة النمو، حتى ولو قورن بمحاصيل الخضر الأخرى التى تعرف ببطء نموها - مثل الجزر والكرفس والبنجر - ولكنه يعد أسرع نموًا من بعض محاصيل الخضر الثومية الأخرى، ويتبين ذلك من مقارنة النمو النسبى لبادرات البصل - التى أعطيت معدل نمو واحد صحيح - بالمحاصيل الأخرى، كما يلى (عن Brewster ١٩٩٤).

معدل النمو النسبى مقارنة بالبصل	المحصول
١,٩٦	الكرنب
١,٩١	الخس
١,٦٩	كرنب بروكسل
١,٥٦	القنبيط
١,٤١	الجزر
١,٣٧	الكرفس
١,٣٤	بنجر المائدة
١,٠٠	البصل
٠,٨٥	البصل اليابانى الأخضر *Allium fistulosum*
٠,٨٣	الكرات أبو شوشة *Allium ampeloprasum*
٠,٧٣	الشيف *Allium schoenoprasum*

كذلك وجد Tei وآخرون (١٩٩٦) انخفاضًا فى معدل النمو النسبى للبصل - فى مراحل النمو الأولى - مقارنة بكل من الخس وبنجر المائدة، وأرجعوا ذلك إلى انخفاض قدرة البصل على استقبال الضوء الساقط من الشمس لكل وحدة مساحة من الورقة، وإلى ضعف كفاءته فى الاستفادة من الضوء الذى يستقبله. وعلى الرغم من ذلك، فإن البصل ينتج كمية ضخمة من المادة الجافة؛ بسبب تجانس توزيع الإشعاع الشمسى على النموات الخضرية، وتوقف النمو الورقى مبكرًا، وانخفاض معدل التنفس فى الأبصال.

طريقة حساب مساحة الورقة

وجد Gamiely وآخرون (١٩٩١) أن أفضل معادلة لحساب مساحة أوراق البصل – الأنبوبية الشكل – هى كما يلى:

$$A = -93.1 + 1.83L + 38.6C_{25}$$

حيث إن:

A = مساحة الورقة.

L = طول الورقة .

C_{25} = محيط الورقة على مسافة ٢٥٪ من قاعدتها.

كانت تلك هى أفضل معادلة توصل إليها الباحثون بعد دراستهم لعدة متغيرات كما هو مبين فى جدول (٦–١).

جدول (٦–١): ارتباطات مساحة ورقة البصل المحسوبة عمليًّا مع المساحة المقدرة باستخدام المعادلات الإحصائية.

المتغير[أ]	المعادلة[ب]	R^2	MES
الطول (L)	$A = -105.5 + 4.71 L^{**}$	٠,٩٢ **	٣٣,١
C_{25}	$A = -73.3 + 60.3 C_{25}^{NS}$	٠,٩٥ **	٢٦,٥
C_{50}	$A = -122.6 + 102.2 C_{50}^{NS}$	٠,٨٨ **	٤٠,٢
C_{75}	$A = -182.3 + 193.2 C_{75}^{NS}$	٠,٧٧ **	٥٦,٣
$L + C_{25}$	$A = -93.1 + 1.83 L + 38.6 C_{25}^{**}$	٠,٩٦ **	٢٢,٤

أ – محيط الورقة على مسافة ٢٥٪ (C_{25})، و ٥٠٪ (C_{50})، و ٧٥٪ (C_{75}) من قاعدتها.

ب – NS، و ** = غير جوهرية، وجوهرية جدًا عند مستوى احتمال ≤ ٠,٠١ على التوالى.

ويلاحظ من الجدول أن الاعتماد عل طول الورقة فقط، أو على محيطها على مسافة ٢٥٪ من قاعدتها أعطيا – كذلك – ارتباطًا عاليًا مع مساحة الورقة.

تأثير ملوحة التربة

يقتصر امتصاص جذور البصل للماء على الـ ٢٥ سنتيمترا السطحية من التربة بسبب عدم

تعمق جذور البصل فيها. ويبلغ أعلى ضغط انتفاخى Turger Pressure (TP) فى أوراق البصل ٠,٤ ميجال باسكال MPa، وهى قيمة منخفضة مقارنة بالأنواع المحصولية الأخرى، والتى قد يصل فيها الـ TP إلى ١,٠ ميجا باسكال. وتقل درجة توصيل ثغور البصل بسرعة مع انخفاض الـ TP فى الأوراق من ٠,١٥ إلى ٠,٠٥، علمًا بأن سرعة انخفاض توصيل الثغور فى البصل تبلغ ثلاثة أضعاف سرعة انخفاضها فى محصول مثل الفاصوليا فى نفس المدى من الـ TP. ولذا .. تنخفض معدلات النتح والبناء الضوئى بشدة مع هذا الانخفاض فى الـ TP. كذلك ينخفض معدل نمو الأوراق خطيًا مع انخفاض الـ TP من ٠,٢٥ إلى ٠,٠٧٥ ميجال باسكال.

وعند تعرض جذور البصل لملوحة عالية فإن النباتات تستجيب لزيادة الضغط الأسموزى فى بيئة الجذور بزيادة الضغط الأسموزى بالأوراق بمقدار النصف فقط؛ ولذا .. ينخفض الـ TP فى الظروف الملحية - على خلاف مايحدث فى محاصيل أخرى - ويحدث نقص ملموس فى معدل البناء الضوئى، ومعدل نمو الأوراق، وبالتالى فى معدل نمو المحصول. وقد وجد أن النمو يقل بمقدار ٥٠٪ بزيادة الضغط الأسموزى للمحلول الملحى (محلول كلوريد الصوديوم) فى بيئة نمو الجذور إلى ٠,١٢٥ ميجال باسكال، بينما تطلب حدوث نقص مماثل فى النمو فى محاصيل مثل الكرنب، والخس، والفاصوليا زيادة الضغط الأسموزى للمحلول الملحى إلى ٠,٤ ميجال باسكال (عن Brewster ١٩٩٤).

تأثير درجة الحرارة

يزداد معدل النمو النسبى Relative Growth Rate لبادرات البصل لوغاريتميًا - تقريبًا - فى مدى حرارى يتراوح بين ١٠ و ١٩°م، ويصل إلى أعلى مستوى له فى حرارة ٢٣-٢٧°م، ثم ينخفض ثانية عند ٣١°م. كذلك تزداد الكفاءة التمثيلية Net Assimilation Rate ونسبه المساحة الورقية Leaf Area Ratio بين ١٠ و ١٩°م، ويسهم ذلك فى ازدياد معدل النمو النسبى. وفى درجات الحرارة الأعلى من ذلك يستمر دليل المساحة الورقية Leaf Area Index فى الازدياد حتى ٢٧°م، بينما تنخفض الكفاءة التمثيلية.

هذا ويكون معدل النمو النسبى والكفاءة التمثيلية أعلى فى البصل عنها فى الكرات أبو شوشة والبصل الأخضر اليابانى.

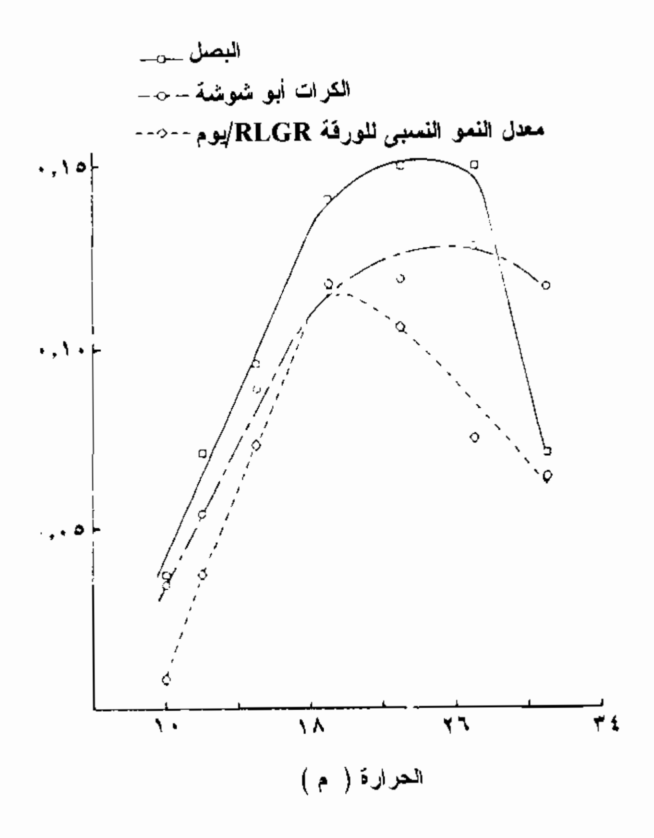
ويعتمد معدل نمو أوراق البصل كثيرًا على درجة الحرارة، ويوضح شكل (٦-٢) تلك العلاقة فى البصل، والكرات أبو شوشة، والبصل الأخضر اليابانى. يتبين من الشكل ازدياد معدل النمو

النسبى للورقة Relative Leaf Growth Rate (اختصارا: RLGR) خطيًا فى مـدى حـرارى يتراوح بين ٦ و٢٠°م، ويمكن التعبير عن ذلك بالمعادلة التالية:

RLGR = 0.018 (T-6)

حيث إن RLGR هى معدل النمو النسبى للورقة على أساس يومـى، و T هـى الحـرارة بالدرجة المئوية، و ٦ تمثل درجة حرارة الأساس التى يتوقف عندها أو دونها نمو الورقة.

وإذا لم يتعد متوسط الحرارة المدى المناسب، وهو ٢٧°م – كما يظهر فى الشكـل – فـإن المعادلة السابقة تعنى ببساطة أن نمو الورقة يرتبط بعدد الأيام الحراريـة المتجمعـة بيـن ٦ و٢٠°م.



شكل (٦–٢): العلاقة بين معدل النمو النسبى للورقة (RLGR) ودرجة الحـرارة فى كـل مـن البصل، والكرات أبو شوشة، والبصل اليابانى فى مرحلة نمو البادرات تحت ظروف إضاءة شدتهـا ٦٠٠ ميكرومول umol/سم٢/ثانية، ولمدة ١٢ ساعة يوميًا.

فإذا علمنا أن فلقة البصل الممتدة (المستقيمة) تبلغ مساحتها (كما تقدر لأحد جانبيها المسطحين) ٠,٠٥سم٢، فإن المساحة الورقية لنبات من البصل نما لفترة بعد إنباته يمكن التنبؤ بها من المعادلة التالية:

لوغاريتم المساحة الورقية للأساس e = لوغاريتم ٠,٠٥ للأساس e + ٠,٠١٠٨ x DD

حيث إن المساحة الورقية تمثل أحد الجوانب المسطحة للورقة بالسنتيمتر المربع، والـ DD هى مجموع عدد الأيام الحرارية - بين ٦ و ٢٢°م - المتجمعة منذ الإنبات.

تأثير شدة الإشعاع الشمسى

وجد أن معدل النمو النسبى Relative Growth Rate والكفاءة التمثيلية Net Assimilation Rate يزدادان، بينما تنخفض نسبة المساحة الورقية Leaf Area Ratio، ونسبة وزن الورقة Leaf Weigh Ratio، والمساحة الورقية الخاصة Specific Leaf Area بزيادة شدة الإضاءة. ومع انخفاض شدة الإضاءة تزداد نسبة طول نصل الورقة إلى عرضها. ولذا .. فإن استمرار النمو تحت ظروف المنافسة يقلل معدل النمو مع نقص شدة الإضاءة.

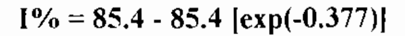
تأثير ثانى أكسيد الكربون

وجد أن نباتات البصل كانت أكثر قدرة على الاستفادة من الأشعة الشمسية الساقطة عليها عندما زيد تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون (داخل أنفاق بلاستيكية حقلية زرع فيها البصل) من ٣٧٤ إلى ٥٣٢ جزءًا فى المليون، وذلك حتى بداية التبصيل، ولكن هذا التأثير لزيادة تركيز الغاز تلاشى فى مراحل النمو التالية. وقد ترتب على زيادة قدرة النباتات على الاستفادة من الأشعة الشمسية زيادة فى وزنها الجاف عند مرحلة التبصيل بمقدار ٣٢٪-٤٤٪، وزيادة محصول الأبصال بنسبة ٢٩٪-٣٧٪ فى الصنف هيسم Hysam، وبنسبة ٣٥٪-٥١٪ فى الصنف سيتو Sito، نتيجة لزيادة تركيز الغاز (Daymond وآخرون ١٩٩٧).

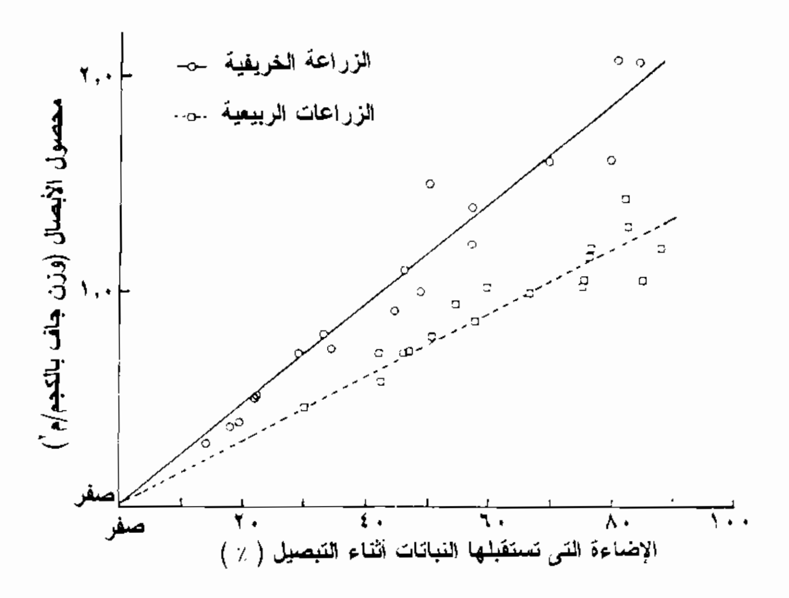
تأثير دليل المساحة الورقية

يتوقف المحصول المنتج - بشدة - على نسبة الإشعاع الشمسى الذى تستقبله النموات الخضرية عند تكوين الأبصال (شكل ٦-٣). ويبين شكل (٦-٤) العلاقة بين دليل المساحة الورقية Leaf Area Index (اختصارًا: LAI) - وهى المساحة الورقية لكل وحدة مساحة من

الحقل – ونسبة الإشعاع الشمسى الذى تستقبله النموات الخضرية (I%)، وعبر عن هذه العلاقة بالمعادلة التالية:



$$I\% = 85.4 - 85.4\ [\exp(-0.377)]$$

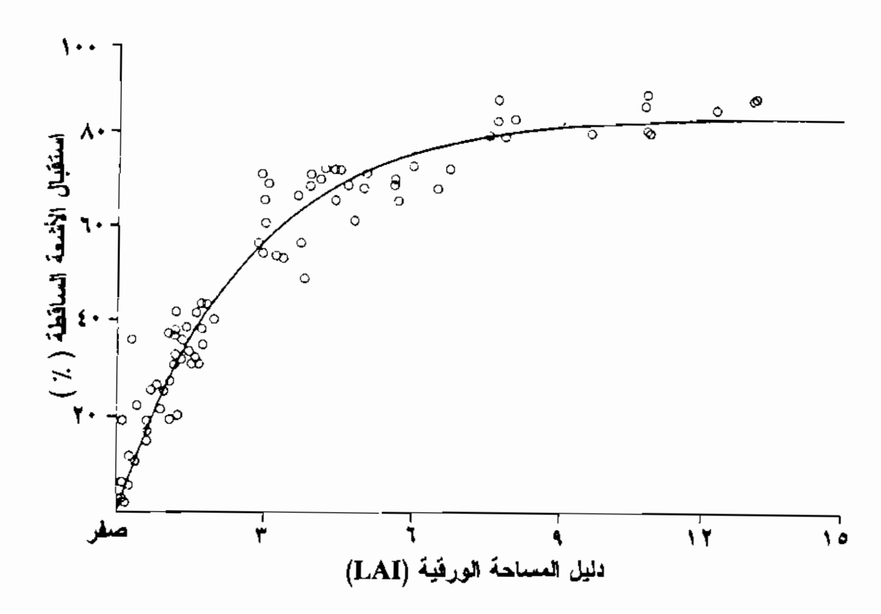


شكل (٦–٣): العلاقة بين نسبة الإشعاع الشمسى الذى تستقبله نباتات البصل – فى مرحلة تكوين الأبصال – والمحصول – معبرًا عنه بالوزن الجاف للأبصال – وذلك تحت ظروف توفر الرطوبة الأرضية والتسميد الجيد فى الزراعتين الخريفية والربيعية فى ولسيزبورن **Wellesbourne** بالمملكة المتحدة (عن **Brewster** ١٩٩٤).

وباستعمال هذه المعادلة يمكننا حساب دليل المساحة الورقية الذى يلزم لتحقيق معدل استقبال عالٍ للإشعاع الشمسى. فمثلاً .. يتطلب استقبال ٦٠٪ من الأشعة الساقطة دليلاً للمساحة الورقية قدره ٣,٢. وإذا افترضنا أن نمو النباتات يستمر لوغارتيميًّا تقريبًا إلى حين الوصول إلى دليل المساحة الورقية المطلوب، فإنه يمكننا حساب الوقت الحرارى thermal time – على صورة أيام حرارية متجمعة بين ٦ْو ٢٠ْم – الذى يلزم للوصول إلى دليل المساحة الورقية المرغوب فيه – عند كثافة نباتية معينة – بالمعادلة التالية:

$$DD = (\log_e (LAI \times 10^4/P) - \log_e 0.5) / 0.0108$$

ويستدل من المعادلة الأخيرة أنه يلزم ٦٤٥ يومًا حراريًّا للوصول إلى مرحلة دليل مساحة ورقية مقدارها ٣,٢ فى كثافة نباتية مقدارها ٦٠ نباتًا/م٢.



شكل (٦-٤): العلاقة بين نسبة الأشعة الساقطة التي تستقبلها أوراق البصل ودليل المساحة الورقية (LAI) المحسوب على أساس مساحة جانب مسطح من الورقة.

تكوين الأبصال

طريقة تكوين الأبصال

يبدأ تكوين الأبصال بتشحم قواعد الأوراق لمسافة قصيرة أعلى الساق القرصية نتيجة لتخزين الغذاء فيها، ويصاحب ذلك تكوين أوراق جديدة فى مركز البصلة، إلا أن هذه الأوراق تتشحم، وتصبح أوراق تخزين فقط، وذلك لأن أنصالها لاتظهر من البصلة، كما تنمو البراعم الجانبية.

البراعم الجانبية

يتوقف عدد البراعم الجانبية المتكونة فى البصلة على الصنف والظروف البيئية. فلا تتكون أى براعم جانبية فى أصناف البصل المستعملة فى إنتاج حلقات البصل المقلية، أو قد يتكون برعم أو برعمان فقط، بينما قد تتكون عدة براعم فى الأصناف الأخرى. ولا تعرف جميع العوامل البيئية التى تشجع على تكوين البراعم الجانبية، إلا أنها تتكون عادة

بأعداد كبيرة فى المواسم الباردة، أو عندما يحدث ضرر ما للقمة النامية فى البصلة بسبب إصابتها بالأمراض، أو بفعل مبيدات الحشائش، كما يزيد تكوين البراعم الجانبية عند زيادة مسافة الزراعة، أو عند الإفراط فى التسميد.

ونادرًا ما تعطى البراعم الجانبية أية نموات خضرية خلال نفس موسم النمو الذى تكونت فيه، ولكنها يمكن أن تنبت أثناء التخزين، كما أنها تنتج شماريخ زهرية فى موسم النمو التالى.

ويعتبر تكوين براعم جانبية أمرًا مفيدًا ومطلوبًا عند استعمال هذه الأبصال كتقاو فى حقول إنتاج البذور.

الحراشيف الخارجية

تفقد الأوراق الخارجية أثناء نضج البصلة نسبة كبيرة من رطوبتها لتصبح حراشيف خارجية جافة تحيط بالبصلة إحاطة تامة. ويتراوح عدد هذه الحراشيف بين ورقة واحدة وثلاث أوراق. ويتراوح سمك الأوراق الحرشفة الجافة بين ٢٥ و ٩٠ ميكرونًا حسب الصنف وموقع الجزء المقيس من البصلة، حيث يقل السمك عند أقصى قطر للبصلة.

ويحدث أثناء التخزين تغير بسيط فى شكل البصلة بسبب تكون الجذور داخليًّا قرب القمة النامية، وما يعقب ذلك من استطالة بالأوراق الداخلية. وتؤدى هذه التغيرات إلى تعرض الأوراق الحرشفية لشدٍّ ملموس فى هذه المنطقة من قاعدة البصلة؛ الأمر الذى يؤدى – غالبًا – إلى تشقق الحراشيف. ويكون التشقق عمودى غالبًا، ويبدأ فى قاعدة الورقة الحرشفية، ثم يمتد إلى أعلى تدريجيًّا، وقد تُفْقد هذه الحراشيف عند تداول البصل بعد ذلك. وتقل فرصة تشقق الحراشيف وفقدها فى الأبصال ذات الحراشيف السميكة.

دلائل التبصيل والنضج

تعتبر نسبة التبصيل Bulbing Ratio من أهم دلائل التبصيل، وتحسب بقسمة أكبر قطر للبصلة على أصغر قطر للساق الكاذبة. ونظرًا لأن البصلة والساق الكاذبة نادرًا ما تكونان كاملتا الاستدارة؛ لذا .. فإن قطريهما يقدران بحساب متوسط قياسين متعامدين لكل منهما.

ويعرف مقلوب نسبة التبصيل بدليل التبصيل Bulbing Index.

وعندما تزيد نسبة التبصيل عن ٢,٠ فإن ذلك يؤخذ دليلاً قويًا على بداية التبصيل Onset of Bulbing. هذا .. علمًا بأن نسبة التبصيل فى مراحل النمو السابقة للتبصيل تكون - غالبًا - حوالى ١,٢.

وتعرف النسبة الورقية Leaf Ratio بأنها حاصل قسمة طول النصل على طول الغمد فى أى ورقة. وتحدد نقطة اتصال النصل بالغمد عند الثقب الصغير الذى تبرز منه الورقة التالية عند خروجها من الغمد المحيط بها.

وتعرف الأوراق التى تكون فيها النسبة الورقية واحدًا صحيحًا أو أقل بأنها أوراق البصلة Bulb Scales.

وتتكون الأنسجة الخازنة فى الأبصال الناضجة من أورق عديمة النصل Bladless Scales. ويقدر تأثير معاملة ما على التبصيل بحساب قيمة نسبة التبصيل النسبية Relative Bulbing Ratio، وهى تساوى: (نسبة التبصيل فى المعاملة - نسبة التبصيل فى معاملة كنترول غير محفزة للتبصيل)/(نسبة التبصيل فى معاملة كنترول محفزة بقوة للتبصيل - نسبة التبصيل فى معاملة كنترول غير محفزة للتبصيل).

ويمكن استعمال قيمة الوزن الجاف للبصلة والساق الكاذبة مقسومًا على الوزن الجاف لأنصال الأوراق للاستدلال بها على الحكم على درجة التبصيل. وتقطع أنصال الأوراق من الساق الكاذبة عند نقطة اتصال النصل بالغمد (للأوراق الكبيرة)، أو حيث تبرز من أطول غمد (للأوراق الصغيرة). وتدل النسبة التى تزيد عن ١,٢ على وجود اتجاه مؤكد نحو التبصيل.

يعرف النضج بالمرحلة التى تصبح فيها الساق الكاذبة رخوة وغير قادرة على حمل نصل الورقة؛ فلا يبقى منتصبًا. ويحدد موعد النضج بوصول ٨٠٪ من النباتات إلى هذه المرحلة وتدلى أوراقها، وميلها إلى أسفل.

ويتخذ الكثيرون توقف ظهور أنصال أوراق جديدة دليلاً على عملية التبصيل، وكلاهما - أى توقف ظهور أنصال أوراق جديدة والتبصيل - يحدث نتيجة لتحول النبات من إنتاج أنصال الأوراق إلى إنتاج الأوراق البصيلية عند القمة النامية للنبات (عن Brewster ١٩٩٠).

وتعرف الفترة من بداية التبصيل حتى الحصاد - عند رقاد الأوراق - باسم فترة نمو البصلة Duration of Bulb Growth، وهى تقدر بالمعادلة التالية (عن Brewster ١٩٩٠).

Duration of Bulb Growth = 104.8 - 0.245 HI% - 2.714 T

حيث إن:

HI = دليل الحصاد Harvest Index.

T = درجة الحرارة بالمئوى.

ويعنى ذلك أن انخفاض درجة الحرارة أثناء نمو الأبصال يؤدى إلى زيادة فترة نمو البصلة، وأن العلاقة تكون عكسية بين تلك الفترة ودليل الحصاد.

دليل الحصاد

يتميز البصل بارتفاع دليل الحصاد فيه، حيث يشكل الوزن الجاف للبصلة نحو ٧٠-٨٠٪ من الوزن الجاف للنموات الهوائية للنبات، وتزداد هذه النسبة إذا تُرك البصل بدون حصاد لمدة أسبوعين بعد رقاد أنصال الأوراق .

ومقارنة بالمحاصيل الأخرى كالحبوب .. يعد البصل قليل الكفاءة فى استقبال الضوء، ومتوسطًا فى تحويل الإشعاع إلى مادة جافة، وجيدًا فى دليل الحصاد. وتؤدى زيادة فترة نمو الأبصال مع ارتفاع دليل الحصاد إلى زيادة المحصول، ولكن العلاقة عكسية بين دليل الحصاد وطول فترة نمو الأبصال.

العوامل المؤثرة فى تكوين الأبصال

يتأثر تكوين الأبصال فى البصل بعوامل كثيرة منها: الفترة الضوئية، وشدة الإضاءة، ودرجة الحرارة، والتسميد الآزوتى، ومعاملات منظمات النمو. وتعتبر الفترة الضوئية من أهم هذه العوامل على الإطلاق.

تأثير الفترة الضوئية

يعتبر البصل من نباتات النهار الطويل بالنسبة لتكوين الأبصال، فقد اكتشف Garner & Allard عام ١٩٢٠ أن نباتات البصل لا تبدأ فى تكوين الأبصال إلا بعد أن تتعرض لفترة ضوئية لاتقل عن حد ميعن، ثم أوضح Magruder & Allard عام ١٩٣٧ أن الفترة الضوئية الحرجة لتكوين الأبصال تتراوح من ١٢ ساعة فى الأصناف المبكرة إلى ١٥ ساعة فى الأصناف المتأخرة. وقد وجد بعد ذلك أن الفترة الضوئية الحرجة لتكوين الأبصال تختلف من ١١ إلى ١٦ ساعة فى الأصناف المختلفة.

وعلى الرغم من أن بعض المصادر تقسم أصناف البصل إلى قصيرة النهار، وطويلة النهار حسب طول الفترة الضوئية الحرجة اللازمة لتكوين الأبصال، إلا أن التسمية تعد خاطئة، فكل أصناف البصل من نباتات النهار الطويل بالنسبة لتكوين الأبصال، فهى لاتكون أبصالاً إذا زاد طول الليل عن حد معين، بينما تكون بعض الأصناف أقدر من غيرها على تكوين الأبصال فى النهار القصير نسبيًا.

وإذا لم تتعرض نباتات البصل للحد الأدنى من الفترة الضوئية الحرجة، فإنها تستمر فى النمو الخضرى دون أن تكوّن أبصالا، ويستفاد من هذه الظاهرة فى إنتاج البصل الأخضر بزراعة الأصناف التى تحتاج إلى نهار طويل لتكوين الأبصال فى مناطق لا تتوفر فيها احتياجاتها من الفترة الضوئية. وعلى العكس من ذلك .. نجد أن تعريض نباتات البصل – فى وقت مبكر من نموها – لفترة ضوئية أطول من الفترة الحرجة اللازمة لتكوين الأبصال يدفعها إلى تكوين الأبصال مبكرًا قبل أن تكون النباتات مجموعًا خضريًّا قويًّا، ويؤدى ذلك إلى تكوين أبصال صغيرة. ويستفاد من ذلك فى إنتاج بصيلات التخليل، حيث تزرع الأصناف التى يمكنها تكوين الأبصال فى النهار القصير نسبيًا – فى مناطق ذات نهار أطول من الاحتياجات الضوئية لهذه الأصناف. وقد أمكن ملاحظة تكوين الأبصال فى نباتات الصنف رد كريول، وهى فى مرحلة الورقة الحقيقية الأولى، وذلك عندما كانت النباتات نامية فى أنسب الظروف لتكوين الأبصال. وعلى الرغم من أن الأبصال التى تكونت كانت فى حجم بذرة البازلاء، إلا أنها نضجت بصورة طبيعية، وكان لها طور سكون عادى، كالأبصال الكبيرة.

ومن الناحية الأكاديمية، فإن البصل يتجه نحو تكوين الأبصال بعد تعرضه لفترة ضوئية تزيد عن الفترة الحرجة التى تلزم لتهيئة النبات لتكوين الأبصال حسب احتياجات الصنف، إلا أن النباتات قد تعاود النمو الورقى من جديد ويتوقف تكوين الأبصال إذا نقلت إلى فترة ضوئية مدتها ٨ ساعات. وعلى الرغم من ذلك، فإن تكوين الأبصال يستمر لفترة قصيرة – بعد تعرض هذه النباتات لإضاءة مدتها ٨ ساعات – (وخاصة فى الأصناف التى لاتحتاج إلى فترة ضوئية طويلة لتكوين الأبصال) وذلك قبل أن تعاود النباتات تكوين أنصال الأوراق من جديد (Wiles ١٩٩٤). وإذا حدث ذلك فى زراعات البصل التجارية (كما فى الزراعات الربيعية فى الدول الأوروبية حيث تبدأ النباتات فى تكوين الأبصال بعد منتصف فصل الصيف ثم يقصر طول النهار بسرعة بعد ذلك) فإن عملية التبصيل تتوقف قبل اكتمالها، وتتجه النباتات نحو تكوين أنصال أوراق من جديد؛ مما يجعل الأبصال الناتجة ذات رقاب سميكة (Thick Necks أو Scallions). وتفيد زيادة كثافة الزراعة فى تجنب هذه الحالة، حيث تستمر

النباتات فى الاتجاه نحو نضج الأبصال على الرغم من تعرضها لنقص مستمر فى طول الفترة الضوئية (عن Brewster ١٩٩٤).

ويزيد عدد الأيام ذى الفترة الضوئية القصيرة – التى تلزم لوقف التبصيل واتجاه النباتات إلى إنتاج الأوراق الخضراء – يزيد عددها بمدى تقدم عملية التبصيل قبل بداية قِصر الفترة الضوئية، ولكن يمكن حدوث التأثير للفترة الضوئية القصيرة حتى بعد وصول النبات إلى مرحلة تدلى الأوراق.

ويستدل مما تقدم بيانه أن الإنتهاء من عملية تكوين البصلة يتطلب استمرار تعرض النبات لفترة ضوئية أطول من الفترة الحرجة للصنف. وتكون الاستجابة كمية؛ بمعنى أن التبصيل يكون أسرع حدوثًا كلما ازداد طول الفترة الضوئية.

وحتى تحت ظروف الفترات الضوئية التى يحدث معها تبصيل بطئ، فإن منبه التبصيل Bulbing Stimulus يتجمع ببطء حتى يصل إلى المستوى الذى يلزم لبدء التبصيل. كما أن حساسية النباتات لمنبه التبصيل تزداد بزيادتها فى النمو، أو فى العمر، وقد يقل طول الفترة الضوئية الحرجة التى تلزم للتبصيل. كذلك يغير النمو النباتى – والمنافسة التى تنشأ عنه – البيئة النباتية بطريقة محفزة للتبصيل. ويفسر ذلك كله استمرار اتجاه النباتات للتبصيل فى بعض الزراعات على الرغم من تناقص الفترة الضوئية.

وتقسم أصناف البصل حسب احتياجاتها من الفترة الضوئية لتكوين الأبصال إلى المجموعات التالية:

١ – أصناف تحتاج إلى نهار طوله ١٢ ساعة على الأقل، مثل يلوبيرمودا، وهوايت كريول، ورد كريول، وأكسيل، وتكساس جرانو، وكريستال واكس.

٢ – أصناف تحتاج إلى نهار طوله ١٣ ساعة على الأقل، ومن أمثلتها: كريستال جرانو، وسان واكين.

٣ – أصناف تحتاج إلى نهار طوله ١٤ ساعة على الأقل، ومن أمثلتها: سويت سبانش، وإيتاليان رد، وأوستراليان براون، ويلو جلوب دانفرز، ويلو فلات دتش.

٤ – أصناف تحتاج إلى نهار طوله ١٥ ساعة على الأقل، مثل الأصناف التى تنتشر زراعتها فى المناطق الشمالية صيفًا.

وجدير بالذكر أن الفترة الضوئية الحرجة لتكوين الأبصال تتراوح مـــن ١١ ســاعة و ١٠ دقائق إلى ١١ ساعة و ٥٦ دقيقة فى البصل الصعيدى، ومن ١٢ ساعة و ٢٥ دقيقة إلـــى ١٣ ساعة و ١٣ دقيقة فى البصل البحيرى. ولا تنجح زراعة أصناف المجموعتين الثالثة والرابعـــة السالفة الذكر فى مصر، وذلك نظرًا لأن الفترة الضوئية السائدة خلال فترة تكوين الأبصال تكون أقل من احتياجات هذه الأصناف (عن مرسى وآخرين ١٩٧٣).

وتعتبر الأوراق الصغيرة النامية العضو النباتى الذى يستقبل تـــأثير الفـــترة الضوئيـــة الطويلة المحفزة للإزهار.

وقد توصل Mettananda & Fordham (١٩٩٧) من دراستهما إلى صلاحية مجموعة من الأصناف للزراعة فى المناطق الاستوائية نظرًا لقصر احتياجاتها من الفترة الضوئيـــة، وهى:

١ - أصناف مبكرة جدًا: تتضمن إيرلى لوكيربرون Early Lockyer Brown (المصـــــدر: Yates بأســـتراليا)، وســـوبركس Superex (المصـــدر: Takii باليابـــان)، وأجريفونـــــدروز Agrifound Rose (المصدر: المؤسســـــة الوطنيـــة لأبحـــاث وتطويـــر البســـاتين National Horticultural Research and Development Foundation بالهند).

٢ - أصناف متوسطة التبكير: تتضمن جاليل Galil، و H489 (المصدر: Hazera بإســـرائيل)، وأجريفوند لايت رد Agrifound Light Red (المصدر: المؤسسة الوطنية لأبحاث وتطوير البســـاتين بالهند)، ورد كـــريـــول ســـى٥ Red Creole C5 (المصـــــــدر: Royal Sluis بهولنـــدا)، وإتش ٢٢٦ H-226 (المصدر: المؤسسة الوطنية لأبحاث وتطوير البساتين بالهند).

تأثير شدة الإضاءة

مع أن الفترة الضوئية هى العامل الأساسى المحدد لتكوين الأبصال، إلا أن شدة الإضاءة قد تحل محل الفترة الضوئية فى نطاق محدود، فقد تعوض الإضاءة القوية النقص فى طول الفترة الضوئية، كما قد تعوض الفترة الضوئية الطويلة الانخفاض فى شدة الإضاءة، ولكـــن ذلك يتم فى نطاق محدود، حيث لايمكن أن تتكون الأبصال إذا نقصت الفترة الضوئية كثـــيرًا عن الفترة الحرجة مهما ازدادت شدة الإضاءة. كذلك يؤدى نقص شدة الإضاءة إلى تـــأخير تكوين الأبصال. ويبدو أن عملية البناء الضوئى تسهم بشكل مباشر فـــى عمليـــة التـــأقت الضوئى، إلى جانب تأثيرها غير المباشر من خلال المواد الغذائية المصنعة. فلقد تبيّن مـــن

دراسات Wright & Sobeih (١٩٨٦) أن المواد الغذائية المصنّعة أثناء أو قبل التعرض للفترة المهيئة للإزهار مباشرة تعتبر أهم من المواد الغذائية المخزنة بالنسبة لتكوين الأبصال. وقد لزمت ٦ أسابيع فقط لتكوين الأبصال عندما تعرضت النباتات لفترة ضوئية طويلة وإضاءة قوية، بينما احتاج الأمر إلى ١٧ أسبوعًا لتكوين نفس الحجم من الأبصال عندما تعرضت النباتات لفترة ضوئية طويلة مع إضاءة ضعيفة.

وعند توفر الفترة الضوئية المناسبة لتكوين الأبصال، فإن تأثير شدة الإضاءة على التبصيل يكون على النحو المبين فى جدول (٦-٢).

جدول (٦-٢): تأثير شدة الإضاءة على التبصيل فى ثلاثة أصناف من البصل[أ] (عن Grogan & Kedar ١٩٩٠).

شدة الإضاءة	عدد الأيام حتى زيادة نسبة التبصيل Bulbing Ratio عن ٢,٠		
(قدم - شمعة)	Beit Alpha	Early Grano	Riverside
٣٠٠٠	٢١	٢١	٢٧
٢٥٠	٣٥	٤٩	٩٨
١٠٠	لم تتكون أبصال	لم تتكون أبصال	لم تتكون أبصال

أ - استعملت لمبات فلورسنتية ٤٠ واط وأخرى تنجستون ٧٥ واط للحصول على شدة الإضاءة المطلوبة لمدة ١٦ ساعة يوميًا.

كذلك وجد أن تكوين الأوراق الحرشفية الجافة يحتاج إلى فترة ضوئية طويلة، بينما ازداد عددها إذا اقترنت الفترة الضوئية الطويلة بإضاءة قوية.

تأثير درجة الحرارة

كان Thompson & Smith عام ١٩٣٨ أول من درسا تأثير درجة الحرارة على تكوين الأبصال فى البصل. وقد وجدا أنه على الرغم من أن البصل يتأثر أساسًا بطول الفترة الضوئية عند تكوين الأبصال، إلا أن الحرارة المرتفعة نسبيًا كانت ضرورية أيضًا، إذ لم تتكون فى النهار الطويل عندما كانت درجة الحرارة أقل من ١٥,٥°م. وقد تراوح المجال الحرارى المناسب من ١٥,٥-٢٦,٦°م، وكانت أفضل درجة حرارة من ٢١,١-٢٦,٦°م (عن Pringer ١٩٦٢).

هذا .. ويؤدى الانخفاض فى درجة الحرارة إلى تأخير تكوين الأبصال، وقد يصل التأخير إلى ٣ أو ٤ أسابيع. ويستفاد من هذه الظاهرة فى إنتاج الأصناف التى يلزمها نهار قصير لتكوين الأبصال فى مناطق ذات نهار طويل، وذلك بزراعتها على التلال المرتفعة حيث تكون درجة الحرارة منخفضة نسبيًا، ففى هذه الظروف تكوّن النباتات نموًا خضريًا جيدًا قبل أن تتجه نحو تكوين الأبصال. أما إذا كانت درجة الحرارة مرتفعة، فإنها تتجه نحو تكوين الأبصال فى وقت مبكر قبل أن تكوّن نموًا خضريًّا؛ وبهذا تتكون أبصال صغيرة (Wiles ١٩٩٤). ومن ناحية أخرى .. فإن الإرتفاع الشديد فى درجة الحرارة إلى ٤٠°م يمنع تكوين الأبصال، وهو ما يحدث فى المناطق الاستوائية.

ويمكن القول أنه كلما ارتفعت درجة الحرارة كلما أسرعت النباتات بالتبصيل فى الفترات الضوئية المهيئة لذلك. كذلك تقل الفترة الضوئية الحرجة التى تلزم للتبصيل مع ارتفاع درجة الحرارة، ولكن يوجد حدّ أدنى للنقص فى الفترة الضوئية لايمكن أن تكوّن النباتات بعده أبصالاً أيًا كان الارتفاع فى درجة الحرارة. ولدرجة حرارة الليل تأثير مماثل للتأثير الذى تحدثه درجة حرارة النهار فى هذا الشأن، ولكن بدرجة أقل من تأثير حرارة النهار المرتفعة.

وقد وجد Lancaster وآخرون (١٩٩٦) أن قطر البصلة عند بداية التبصيل يرتبط بمدى التراكم الحرارى قبل ذلك، وأمكنهم التنبؤ بالحجم النهائى للبصلة من حجم البصلة عند بداية التبصيل وعدد الأوراق التى تكونت بعد ذلك. كما أمكن التنبؤ بموعد نضج البصلة من عدد الأوراق التى تتكون بعد بداية التبصيل.

ولقد وضع الباحثون معادلات لحساب معدل التبصيل Rate of Bulbing (وهو مقلوب عدد الأيام التى تلزم لبدء تكوين أوراق البصلة Bulb Scales بعد نقلها إلى الفترة الضوئية التى يُراد اختبارها) فى اليوم. وتختلف هذه المعادلات باختلاف الصنف، وتتوقف على درجة الحرارة، كما يلى (عن Brewster ١٩٩٤):

– فى الصنف كيب ول Keep Well:

$$\text{Rate of Bulbing} = -0.079 + 0.0043 \times \text{photoperiod} + 0.0027 \times \text{temp.}$$

– فى الصنف هيتون Hyton:

$$\text{Rate of Bulbing} = -0.066 + 0.0032 \times \text{photoperiod} + 0.0018 \times \text{temp.}$$

علمًا بأن: الفترة الضوئية photoperiod بالساعة، والحرارة .temp بالمئوى.

تأثير عمر النبات

وجد أن سرعة تكوين الأبصال تزداد بزيادة عمر النبات. وقد تبيّن من دراسات Sobeih &Wright (١٩٨٦) أن النباتات لا تكوّن أبصالاً قبل أن تتكون بها أربع أوراق خضرية، كما تبيّن لهما عند إزالة أوراق من نباتات تختلف فى العمر أن عمر النبات وليس المسطح الورقى هو العامل المؤثر على استجابة النبات للفترة الضوئية الطويلة.

كذلك فإن الفترة الضوئية التى تلزم لتكوين الأبصال تقل مع زيادة عمر النبات، وهى علاقة مستقلة عن حجم النمو النباتى أو دليل المساحة الورقية. ويعنى ذلك أن الفترة الضوئية الحرجة التى تلزم لتكوين الأبصال تقل كلما تقدم النبات فى العمر.

تأثير حجم النمو النباتى

على الرغم من أن نباتات البصل يمكنها أن تبدأ فى تكوين الأبصال وهى فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الأولى، وذلك إذا كانت الفترة الضوئية أعلى بكثير من الفترة الحرجة للصنف، إلا أنه يوجد فى معظم الحالات حد أدنى للنمو النباتى الذى يمكن أن يبدأ معه تكوين الأبصال عند توفر الظروف المناسبة من فترة ضوئية ودرجة حرارة. وكلما ازداد حجم النبات عند بداية تكوين الأبصال، ازداد حجم البصلة المتكونة؛ فالنباتات النامية من بصيلات كبيرة تبدأ فى تكوين الأبصال مبكرًا عن النباتات النامية من بصيلات أصغر. وبصفة عامة .. نجد أن النباتات الناتجة من زراعة بصيلات تكون أسرع فى تكوين الأبصال من تلك التى تنتج من زراعة شتلات، وهذه بدورها تكون أسرع فى تكوين الأبصال من تلك التى تنتج من الزراعة بالبذور مباشرة.

وعند كفاية الفترة الضوئية، فإن جميع العوامل التى تؤدى إلى نقص النمو الخضرى أو الإضرار به - مثل الإصابات المرضية والحشرية، وأضرار البَرْد، وضعف الكثافة النباتية، وأضرار مبيدات الحشائش، وعدم كفاية التسميد، ونقص الرطوبة الأرضية - تؤدى جميعها إلى تأخير التبصيل، وربما تؤدى إلى عدم حدوث التبصيل أو عدم اكتماله فى ظروف الفترات الضوئية التى لاتزيد عن الفترة الحرجة للصنف.

تأثير التسميد الآزوتى

عندما يكون طول النهار أقل قليلاً من الفترة الضوئية الحرجة اللازمة لتكوين الأبصال، فإن

نقص عنصر النيتروجين يعوض النقص فى الفترة الضوئية، وتتجه النباتات نحو تكوين الأبصال، إلا أن المحصول يكون منخفضًا. وعلى الجانب الآخر .. فإن وفرة التسميد الآزوتى بدرجة أكبر من حاجة النباتات تؤدى إلى تأخير تكوين الأبصال.

وقد تبين أن تأثير زيادة النيتروجين ذو وجهين: فمن ناحية ..تزداد سرعة التبصيل بزيادة النيتروجين، ولكن زيادته تؤدى – من الناحية الأخرى – إلى تأخير تكوين أوراق البصلة؛ مما يؤدى إلى تأخير النضج فى جميع الفترات الضوئية (عن Brewster ١٩٩٠).

تأثير درجة حرارة تخزين بصيلات التقاوى

إذا كان إكثار البصل بواسطة البصيلات، فإن تخزينها على حرارة ٢٨–٣٠°م لعدة أشهر قبل زراعتها يؤدى إلى تأخير تكوينها للأبصال وتأخير نضجها بنحو شهر عن نظيراتها التى سبق تخزينها فى حرارة ٢٠°م أو أقل من ذلك. وفى الحالة الأولى .. يسمح موسم النمو الطويل بمزيد من النمو الورقى؛ وبالتالى زيادة المحصول. ويحدث نفس التأثير فى كل من الشالوت Shallots والبصل المتضاعف multiplier onion عند إكثارهما بالبصيلات (عن Brewster ١٩٩٤).

الأساس الفسيولوجى للتبصيل

دور الأوراق فى الاستجابة للفترة الضوئية المهيئة للإزهار

أوضحت عديد من الدراسات أن أنصال أوراق البصل هى التى تستجيب للفترة الضوئية المحفزة للتبصيل، وهى التى يتكون فيها العامل المحفز لدى تعرضها للفترة الضوئية المهيئة لذلك. وتقل حساسية الأوراق للاستجابة للفترة الضوئية مع زيادتها فى العمر.

وعند تعرض النباتات لفترة ضوئية محفزة بقوة للتبصيل فإن البادرات التى يوجد بها ورقة واحدة يمكن أن تكوّن أبصالاً. فمثلاً .. عرضت بادرات تراوحت فى نموها – عند بداية المعاملة – من مجرد ظهور الورقة الفلقية إلى تكوينها لأربع أوراق حقيقية، وذلك لفترة ضوئية مقدارها ٢٤ ساعة لمدة ٨ أيام ثم لمدة ١٠ أيام أخرى فى فترة ضوئية مقدارها ٨ ساعات. وقد اتجهت النباتات فى جميع مراحل نموها إلى التبصيل، وكانت نسبة التبصيل فيها حوالى ٢,٥ أيًا كان عدد الأوراق التى كانت تحملها عند بداية المعاملة.

وعند تساوى المساحة الورقية فإن النباتات الأكبر عمرًا تكون أكثر استجابة للفترة الضوئية المهيئة للإزهار.

الموجات الضوئية المؤثرة فى الإزهار

أوضحت الدراسات التى استعملت فيها إضاءة صناعيـة أن انخفـاض نسـبة الأشعـة الحمراء (التى تكون بطول موجة قدره ٦٦٠ نانومترًا nm) إلى الأشعـة تحـت الحمـراء (٧٣٠ نانو مترًا) يؤدى إلى زيادة سرعة التبصيل. ويحدث ذلك سواء أستعملت الإضـاءة الصناعية طوال فترة الإضاءة، أم لفترة إضافية مكملة للإضاءة الطبيعية. ويتوقـف الحـد الأدنى للفترة الضوئية اللازمة للتبصيل على تلك النسبة؛ فكلمـا نقصـت نسـبة الأشعـة الحمراء إلى الأشعة تحت الحمراء كلما انخفض الحد الأدنى للفترة الضوئيـة التـى تلـزم للتبصيل. وتجدر الإشارة إلى أن لمبات التنجستون تعطى ضوءًا تقل فيـه نسـبة الأشعـة الحمراء: الأشعة تحت الحمراء عن اللمبات الفلورسنتية (النيون)؛ ولـذا .. فـإن لمبـات التنجستون تكون أكثر كفاءة فى إحداث التبصيل.

هذا .. وتحفز الأشعة تحت الحمراء التبصيل، كما يفعل الضوء الأزرق التـأثير ذاتـه، ولكن بفاعلية أقل من الأشعة تحت الحمراء. وعلى العكس من ذلك فإن الضوء الأحمر يمنع التبصيل، ويمكنه وقف التأثير المحفز الذى ينشأ عن سبق تعرض النباتات للأشعـة تحـت الحمراء أو للضوء الأزرق. كما أن خلط الضوء الأحمر بالضوء الأزرق يثبط التأثير المحفز للتبصيل الذى يحدثه الضوء الأزرق. أما خلط الضوء الأزرق مع الأشعة تحت الحمراء فإنه يسرع التبصيل بشدة.

وعلى الرغم من زيادة سرعة التبصيل – بصورة عامة – مـع انخفـاض نسـبة الأشعـة الحمراء إلى الأشعة تحت الحمراء، إلا أن بعض الدراسات تفيد بوجود نسبة مثالية من الأشعـة الحمراء إلى الأشعة تحت الحمراء محفزة لتبصيل، يؤدى الانخفاض فى النسبة عنها إلى تقليـل التأثير المحفز للأشعة تحت الحمراء على التبصيل (عن Brewster ١٩٩٠).

ومما يؤكد الدور الذى تلعبه الأشعة الحمراء وصبغة الفيتوكروم فى اتجاه البصل نحـو تكوين الأبصال أن قطع الفترة الضوئية الطويلة المهيئة لتكوين الأبصال لمـدة ٣ سـاعات بمعاملات ضوئية تختلف فى طول مواجاتها أظهر أن أكثر الموجات الضوئية فاعليـة فـى

عملية التبصيل كانت هى التى تبلغ طول موجتها ٧١٤ نانومترا، وهى تقع فى منطقة الأشعة تحت الحمراء بعد الضوء الأحمر المرئى مباشرة. ويمكن إعكاس التأثير المحفز للأشعة تحت الحمراء على تكوين الأبصال بتعريض النباتات للضوء الأحمر بعد تعريضها للأشعة تحت الحمراء مباشرة. وأكثر معاملات الأشعة تحت الحمراء تأثيرًا هى التى تأتى فى منتصف الفترة الضوئية (عن Brewster ١٩٩٤).

تداخل التنافس بين النباتات مع أطوال الموجات الضوئية فى التأثير على التبصيل

تتكون الأبصال مبكرًا فى الزراعات الكثيفة التى ترتبط بزيادة دليل المساحة الورقية LAI، كما أن أى عامل آخر يعمل على زيادة دليل المساحة الورقية - مثل الزراعة المبكرة، أو استعمال الأسمدة البادئة - يؤدى كذلك إلى إسراع نضج الأبصال.

وعمومًا .. فإن زيادة التنافس - حتى ولو من الحشائش - تؤدى إلى سرعة تكوين الأبصال، كما يحدث نفس التأثير عند تعرض نباتات البصل للتظليل من نباتات مجاورة، حتى ولو حدث ذلك من نباتات البصل المجاورة. وترتبط بذلك انخفاض نسبة الأشعة الحمراء (٦٦٠ نانومترًا) إلى الأشعة تحت الحمراء (٧٣٠ نانومترًا) فى الضوء تحت النموات الخضرية الكثيفة، مقارنة بالنسبة فى ضوء النهار المباشر. وقد ثبت من دراسات حجرات النمو أن انخفاض نسبة الأشعة الحمراء إلى الأشعة تحت الحمراء يؤدى إلى سرعة التبصيل، وذلك عند ثبات الفترة الضوئية ودرجة الحرارة التى تتعرض لها النباتات.

ومن المعروف أن نسبة الأشعة الحمراء إلى الأشعة تحت الحمراء تؤثر فى عديد من مراحل النمو والتطور النباتية، مثل إنبات البذور، واستطالة السيقان وغيرهما.

وتنخفض هذه النسبة عند مرور الضوء خلال النموات الخضرية، لأن الأوراق تمتص الموجات الضوئية للأشعة الحمراء أكبر من امتصاصها للأشعة تحت الحمراء. ولذا .. تعد هذه النسبة دليلاً حساسًا على وجود الأوراق فى النباتات المجاورة. وفى الطبيعة تستجيب صبغة الفيتوكروم phytochrome pigment لأى اختلافات فى النسبة بين الأشعة الحمراء والأشعة تحت الحمراء. وقد لعب ذلك دورًا كبيرًا فى الماضى فى المحافظة على نباتات البصل من الاندثار؛ حيث تتجه سريعًا نحو تكوين الأبصال لدى تعرضها للمنافسة والتظليل من النباتات المجاورة لها.

تغيرات السكريات المصاحبة للتبصيل

عند نقل نباتات البصل من ظروف غير مهيئة للتبصيل إلى ظروف مهيئة له يلاحظ حدوث زيادة فى تركيز السكريات المختزلة، والسكروز، والفروكتان fructan فى نسيج الساق الكاذبة (sheath أو pseudostem) فى خلال ٥-١٠ أيام من تغير الظروف. كذلك يزداد تركيز السكريات المختزلة فى أنصال الأوراق، ويقل فى الوقت ذاته نشاط إنزيم soluble acid invertase وهو الذى يعمل على تحويل السكروز إلى السكريات المختزلة: الجلوكوز والفراكتوز. وتحدث هذه التغيرات قبل حدوث أى تبصيل ملحوظ.

التغيرات الهرمونية المصاحبة للتبصيل

يستدل من عديد من الدراسات أن التبصيل يتأثر بهرمونات معينة تنتقل فى النباتات وتبقى مؤثرة فيه. وهذا المنبه للتبصيل ينتقل من الأوراق إلى الساق الكاذبة. ويمكن لهذا المنبه أن يبقى فى الأبصال المخزنة ويحفز التبصيل المبكر لدى زراعتها. وتشارك جميع مجموعات منظمات النمو فى عملية التبصيل، ولكن لايعرف أيها يسبب التبصيل، وأيها ينتج عنه.

وقد وجد Nojiri وآخرون (١٩٩٣) تغيرات نوعية وكمية فى محتوى نباتات البصل من مختلف الجبريللينات عند تكوين الأبصال؛ فمثلاً..كان مستوى الجبريللينات فى النباتات النامية تحت ظروف النهار الطويل، والتى بدأت فى تكوين أبصالها - أعلى - غالبًا - عن مستوى نظيراتها فى النباتات النامية تحت ظروف النهار القصير التى لم تكوّن أبصالاً. هذا .. إلا أن مستوى مختلف الجبريللينات لم يكن - دائمًا - مرتبط إيجابيًا بالتبصيل.

وقد وجد أن معاملة النباتات بمركب مثبط لتمثيل الجبريللين - يأخذ الرمز الكودى S-3307 - يحفز التبصيل فى الفترات الضوئية غير المهيئة لتكوين الأبصال (عن Brewster ١٩٩٤).

وأدت معاملة البصل بحامض الجبريلليك تحت ظروف الفترات الضوئية الطويلة إلى منع التبصيل، وزيادة طول أنصال الأوراق.

وقد ازداد تركيز مركبات شبيهة بالسيتوكينينات فى أنصال أوراق نباتات البصل فى الفترات الضوئية الطويلة واستمر هذا التأثير لمدة ٢٩ يومًا ثم انخفض تركيز السيتوكينينات كما فى الفترات الضوئية القصيرة. وتؤدى معاملة النباتات بمحلول الكاينتين إلى إسراع التبصيل.

ولوحظ ارتفاع فى إنتاج النباتات للإيثيلين فى المراحل المبكرة للتبصيل. ووجـــد Levy & Kedar (١٩٧٠) أن معاملة نباتات البصل مرة واحدة ، أو عدة مرات بـــالإيثيفون Ethephon بتركيز ٥٠٠، أو ١٠٠٠، أو ٥٠٠٠، أو ١٠٠٠٠ جزء فى المليون أدت إلـــى تبكـير إنتـــاج الأبصال، وزيادة سرعة التبصيل فى فترات ضوئية أقل من الفترات الحرجة لتكوين الأبصال فـــى جميع الأصناف التى درست، سواء أكانت مبكرة، أم متوسطة، أم متأخرة النضج. وكانت أكـــثر التركيزات فاعلية هى ٥٠٠٠ و ١٠٠٠٠ جزء فى المليون، ولكنها أحدثت أيضًا نقصًا فى نمـــو الأوراق وفى حجم البصلة. وقد كان تكرار رش الأوراق بمنظم النمو ضروريًّا لاستمرار زيـــادة البصلة فى الحجم تحت ظروف النهار القصير.

وقد حفزت المعاملة بالإيثيفون تكوين الأبصال فى البصل فى كل مـــن الفـترات الضوئيـــة المهيئة للتبصيل والفترات غير المهيئة له. وأدت المعاملة بنـــترات الفضـــة – وهـــى مضـــادة للإيثيلين – بتركيز ٢٥٠ جزءًا فى المليون إلى تأخير تكوين الأبصال فـــى الظـروف المهيئـــة لتكوينها، وإلى التبصيل فى الظروف الأقل تحفيزًا لذلك (Sobeih & Wright ١٩٨٧).

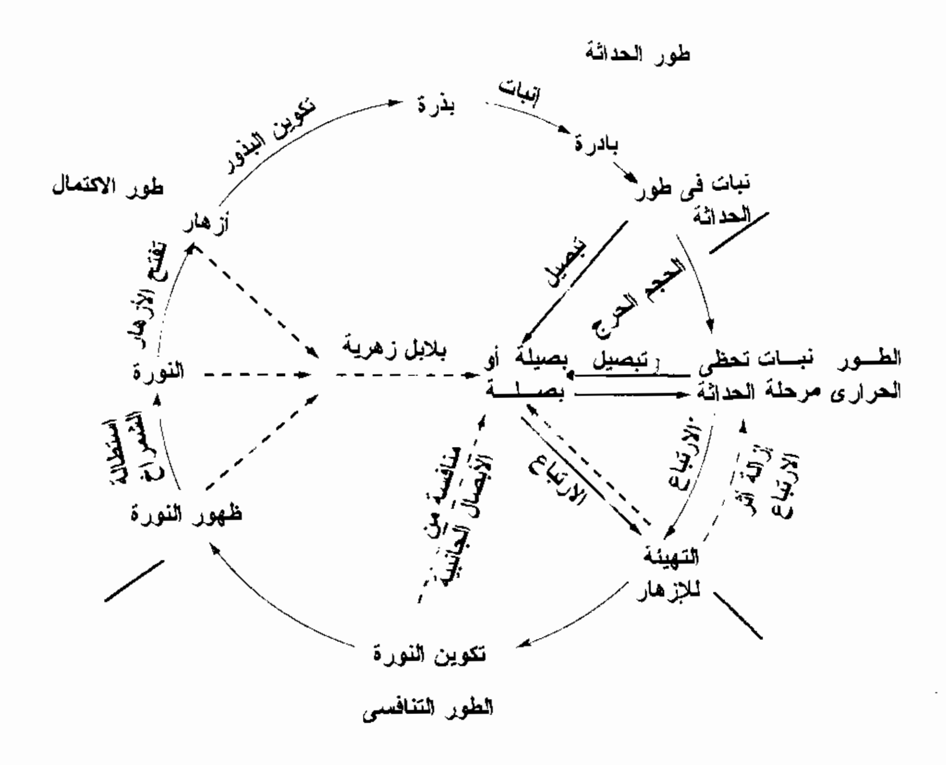
هذا إلا أن المعاملة بالإيثيفون لم تتبعها زيادة فى نمو الساق الكاذبة على خلاف ما يحـــدث عند التبصيل الطبيعى، ويعنى ذلك أن تكوين الأبصال فى النباتات المعاملة بالإيثيلين لايتم بصورة طبيعية.

الإزهار والإزهار المبكر

يهتم كل من منتج البصل ومنتج بذور البصل بظاهرة الإزهار flowering، فعند إنتاج البذور يلزم تهيئة الظروف التى تشجع على الإزهار لزيادة محصول البذور. أما عند إنتـــاج محصـــول الأبصال، فإنه يلزم تجنب كافة الظروف التى تشجع النباتات على الإزهار، وذلـــك لأن النباتـــات التى تتجه نحو الإزهار قبل أن تكون أبصالاً تجارية تفقد قيمتها الاقتصادية. ويطلق علـــى هـــذه الظاهرة اسم الإزهار المبكر premature seeding.

مراحل النمو والتطور المتعلقة بالإزهار

تقسم دورة حياة نبات البصل – من حيث إزهاره – إلى أربعـــة أطـــوار، هـــى: طـــور الحداثـــة Juvenile Phase، والطور الحرارى Thermal Phase، والطور التنافســـى Competition Phase، وطور الاكتمال Completion Phase (شكل ٦-٥).



شكل (٦–٥): مراحل النمو ف البصل من البذرة إلى البذرة (عن Brewster ١٩٩٤).

الاحتياجات الحرارية لمختلف مراحل النمو والتطور المتعلقة بالإزهار

يظهر فى جدول (٦–٣) ملخصًا شاملا للاحتياجات الحرارية لمختلف مراحل النمو والتطور المتعلقة بإزهار البصل، والعوامل الهامة الأخرى المؤثرة فيها.

لايمكن دفع النباتات إلى الإزهار أثناء طور الحداثة Juvenile Phase؛ حيث يجب أن تصل إلى وزن معين أو تكوّن عددًا معينًا من الأوراق قبل أن تدخل فى الطور الحرارى Thermal Phase الذى يمكن أن تستجيب فيه لمعاملة الارتباع. وبعد تكوين مبادئ النورة – داخل البصلة – فإنها يمكن أن يُقضى عليها وتذوى وتختفى فى الظروف التى تحفز تكوين الأبصال، ويعرف ذلك بالطور التنافسى Competition Phase بسبب المنافسة الظاهرة بين تكوين النورة وتكوين البصلة. وتكون النورة حساسة لحالة التنافس هذه قبل ظهورها خارج البصلة أو الساق الكاذبة، ولكن يتغير الوضع بمجرد ظهورها، حيث تستمر فى النمو ويبدأ طور الاكتمال Completion Phase الذى تناسبه الحرارة العالية أكثر من الطورين السابقين له.

جدول (٦-٣): الاحتياجات الحرارية والعوامل الهامة الأخرى المؤثرة فى مختلف مراحل نمو وتطور نبات البصل المتعلقة بالإزهار (يراجع شكل ٦-٥ للعلاقات بين مختلف مراحل النمو).

مرحلة النمو	الحرارة (°م)		عوامل هامة أخرى
	المثلى	المدى المناسب	
طور الحداثة			
إنبات البذور	٢٥	صفر-٣٧	الماء والأكسجين
ظهور البادرات	٢٠-٢٥	١٣-٢٨	الماء والأكسجين
النمو الخضرى	٢٠-٢٥	١٠-٣٥	الضوء، والماء، والعناصر المغذية، وفترة ضوئية أقصر من الفترة التى تلزم للتبصيل
الطور الحرارى			
الارتباع	٧-١٢	٢-١٧	قلة النيتروجين، وزيادة المركبات الكربوهيدراتية الذائبة فى النبات النامى، والفترة الضوئية الطويلة
الطور التنافسى			
تكوين النورة فى البصلة أو النبات	١٥-١٧	١٠-١٨	مستوى عادى من النيتروجين (٣-٣,٥٪) فى النبات النامى، والفترة الضوئية الطويلة
طور الاكتمال			
نمو الحامل النورى	٢٥-٣٠	١٥-٤٠	
تفتح الأزهار	٢٥-٣٠	١٥-٣٥	تتفتح الأزهار فى ضوء النهار
التلقيح	٢٧	١٥-٤٣	رطوبة نسبية أقل من ٧٠٪ تحفز انتشار حبوب اللقاح
تكوين البذور	٢٥-٣٠	١٥-٤٣	تموت البذور فى حرارة ٥٠°م
أطوار ارتدادية			
إلغاء الارتباع	٢٨-٣١	٢١-٣٥	
تدهور النورة داخل البصلة	٢٥-٣٠	؟	فترة ضوئية طويلة وحرارة عالية
تكوين البلابل فى النورة	٣١	؟	
تكوين تراكيب ورقية فى الشمراخ الزهرى أو فى النورة	؟	؟	فترة ضوئية قصيرة أثناء تكوين النورة

الارتباع

يعتبر البصل من الخضروات التى تلزمها معاملة الارتباع Vernalization حتـــى تزهــر، إذ يجب تخزين الأبصال المعدة لاستخـــدامها كتقاو – فى حقول إنتــاج البــذور – فـــى درجــــة حـــرارة تتراوح بين ٥ و ١٠°م لكى تتهيأ للإزهار، كما يجب أن تتعرض نباتات البصل الناميــة فى الحقل لدرجة حرارة منخفضة نسبيًا بعد أن تبدأ فى تكوين الأبصال حتى تتهيأ للإزهار. أمـــا نمو الشماريخ الزهرية، وتكوين النورات فإنه يحدث عند ارتفاع درجة الحرارة فيما بعد. وليـــس للفترة الضوئية أى دور فى تهيئة نباتات البصل للإزهار، إلا أن الفترة الضوئية تســـرع معـــدل استطالة الشماريخ النورية. ويظهر هذا التأثير بوضوح عندما تكون درجة الحـــرارة منخفضــة نسبيًا وقت نمو الحوامل النورية.

وقد كان Thompson & Smith عام ١٩٣٨ أول من أشار إلـــى أهميـــة درجـــة الحـــرارة المنخفضة فى إزهار البصل، فقد وجدا أن نباتات البصل لاتزهر إذا كانت نامية فى درجة حـــرارة مرتفعة ثابتة مقدارها ٢١,١–٢٦,٦°م، وذلك بغض النظر عما إذا كانت الفترة الضوئية قصـــيرة (٩–١٢ ساعة)، أم طويلة (١٥ ساعة)، بينما أزهرت النباتات عندما كانت ناميـــة فـــى درجـــة حرارة منخفضة ثابتة مقدارها ١٠–١٥,٥°م حتى ولو صاحب ذلك فترة ضوئية قصـــيرة ٩–١٢ ساعة). وقد توصل Heath بعد ذلك (فى عام ١٩٤٣) إلى أن درجة الحرارة المنخفضة هى التى تهيئ نباتات البصل للإزهار، وإلى أن الفترة الضوئية الطويلة هى التى تساعد فقط على ســـرعة نمو الحوامل النورية (عن Thompsom & Kelly ١٩٥٧)، وتجر الإشارة إلـــى أن الأصنـــاف التى أنتجت فى المناطق الاستوائية لاتحتاج إلى معاملة الارتباع لكى تتهيأ للإزهار، ومنها: أحـــد الأصناف النيجيرية، وبعض الأصناف المحلية فى السودان (عن George ١٩٨٥).

تتراوح درجة الحرارة المثلى للارتباع بين ٨ و ١٢°م، ولكن يختلف المدى المناسب للارتباع باختلاف الأصناف؛ فيصل – مثلاً – فى بعض الأصناف المزروعة فى المناطق الاستوائية بغرب أفريقيا إلى ١٥–٢١°م، بينما ينخفض فى بعض السلالات التى تزرع فى شمال روسيا إلى ٣–٤°م. وعمومًا .. فإن سرعة التهيئة للإزهار تنخفض كثيرًا – فى معظم أصناف المناطق المعتدلـــة – فى حرارة ٦°م.

كذلك تختلف الفترة التى تلزم للارتباع باختلاف الأصناف، وهى تتراوح بين ٢٠ و ٤٠ يومًا على حرارة ٩°م لتهيئة ٥٠٪ من النباتات للإزهار.

ويؤدى تعريض الأبصال - التى سبقت تهيئتها للإزهار - لحرارة ٢٨-٣١ْم إلى عكس تأثير الارتباع، ويتوقف طول فترة التعرض لحرارة ٢٨-٣١ْم الذى يكفى لإحداث هذا التأثير على مدى التقدم الحادث فى التهيئة للإزهار. فمثلاً .. وجد أن التهيئة للإزهار كانت أسرع فى الأبصال التى خزنت على حرارة ٩-١٣ْم قبل زراعتها عما فى تلك التى خزنت على ٣-٥ْم، كما كانت أسرع فى الأبصال الكبيرة عما فى الأبصال الصغيرة. وعندما كانت فترة التخزين الكلية ٨ شهور، فإنه تعين لأجل التخلص من أثر الارتباع تخزين الأبصال خلال الشهور الخمسة الأخيرة من تلك الفترة على حرارة ٢٨ْم عندما كانت الشهور الثلاثة الأولى على ٩-١٣ْم، بينما لم يلزم للتخلص من أثر الارتباع سوى شهرين على حرارة ٢٨ْم عندما كان التخزين خلال الشهور الستة السابقة على ٣-٥ْم. كما كانت فترة التخزين على ٢٨ْم التى تلزم للتخلص من أثر الارتباع فى الأبصال التى يبلغ وزنها ١٥ جم أقل من تلك التى يبلغ وزنها ١٠٨ جرامات.

وبعد تكوين مبادئ النورة داخل البصلة - استجابة لعملية الارتباع - فإن معدل نمو واستطالة الحامل النورى يعتمد على درجة الحرارة قبل بزوغه من البصلة، وعلى درجة الحرارة والفترة الضوئية معًا بعد ذلك. وأنسب الظروف لاستطالة الحامل النورى هى حرارة ١٠-١٥ْم وفترة ضوئية طويلة. وينمو - عادة - برعمًا خضريًا جانبيًّا إلى جانب النورة، ويكون نموه فى الحرارة العالية (٢٠ْم أو أعلى من ذلك) والفترة الضوئية الطويلة أسرع من نمو النورة؛ الأمر الذى يؤدى إلى انتفاخ البرعم الإبطى ليكوّن أوراقًا بصلية، بينما يذوى النمو النورى الصغير، وتلك هى المرحلة التى تعرف باسم الطور التنافسى Competition Phase (عن Brewster ١٩٩٤).

العوامل المؤثرة فى الإزهار المبكر

درجة الحرارة التى خزنت عليها البصيلات التى استعملت كتقاوٍ

أوضح Boswell منذ عام ١٩٢٣ أن تخزين البصيلات المعدة لاستخدامها كتقاوٍ فى حرارة ١٠ْم يؤدى إلى اتجاه نسبة كبيرة من النباتات نحو الإزهار المبكر بالمقارنة بالتخزين فى درجة الصفر المئوى، كما توصل Thompson & Smith كذلك إلى نتائج مماثلة، فعندما قاما بتخزين التقاوى (البصيلات) فى حرارة -١,١ْم، أو صفر ْم، أو ٤,٤ْم، أو ١٠ْم، أو ١٥,٥-٢١,١ْم كانت أعلى نسبة من الإزهار المبكر فى الحقول المستخدم فى زراعتها بصيلات سبق تخزينها فى حرارة ٤,٤ْم، ثم تلك التى سبق تخزينها فى ١٠ْم، ثم -١,١ْم أو صفر ْم، ثم معاملة

التخزين فى حرارة ١٥,٥-٢١,١°م. وكانت أنسب درجة حرارة لتخزين البصيلات المعدة لاستعمالها كتقاوٍ هى الصفر المئوى، وذلك لأنها احتفظت بجودتها بصورة جيدة، بينما لم تنتج عنها سوى نسبة ضئيلة من الإزهار المبكر.

ويؤدى تخزين الأبصال والبصيلات على حرارة ٢٨-٣٠°م قبل زراعتها إلى منع تكوينها لمبادئ الأزهار، وكذلك إلى منع تكوين مبادئ الأزهار فى موسم النمو الثانى، وتقليل إزهارها بشدة. كما أن تخزين الأبصال التى تهيأت للإزهار على هذه الدرجة يمكن أن يؤدى إلى التحول من النمو الزهرى الميرستيمى إلى النمو الخضرى من جديد، ويتوقف طول فترة الحرارة المرتفعة التى تلزم لحدوث هذا التحول على مدى التقدم الذى حدث فى النمو الزهرى، حيث تزداد الفترة اللازمة بزيادة التقدم فى النمو الزهرى. وتنكمش مبادئ الأزهار المتكونة فى الأبصال لدى تخزينها فى حرارة ٢١-٢٧°م، ويلى ذلك ذبولها واكتسابها لونًا بنيًّا، كما أسلفنا.

ويمكن القول أن تخزين البصيلات فى حرارة مرتفعة يؤدى إلى ضعف تكوين مبادئ الأزهار وتحفيز التبصيل بعد الزراعة عندما تكون الفترة الضوئية مناسبة لذلك.

درجة الحرارة والفترة الضوئية خلال موسم النمو

يتأثر تكوين مبادئ النورات فى بادرات البصل بكل من درجة الحرارة، والفترة الضوئية السائدتين خلال موسم النمو، بالإضافة إلى شدة الإضاءة، والتسميد الآزوتى. فتزيد سرعة تكوين مبادئ النورات بزيادة طول الفترة الضوئية، ولكن انخفاض مستوى التسميد الآزوتى يمكن أن يحل محل الفترة الضوئية لإحداث هذا التأثير. كما أن تعرض البادرات لإضاءة ضعيفة قبل تعرضها للحرارة المنخفضة (الأمر الذى يكون مصاحبًا بانخفاض فى مستوى المركبات الكربوهيدراتية الذائبة) يبطئ سرعة تكوين مبادئ النورات، ويزيد من العدد الحرج من الأوراق الى يلزم لتخطى مرحلة الحداثة.

وبمجرد تكوين مبادئ النورات فى البادرات، فإن نموها يكون سريعًا فى حرارة ٦-١٢°م، ويزداد سرعة فى الفترات الضوئية الطويلة مع هذه الحرارة المنخفضة، وكذلك فى المستويات المرتفعة من النيتروجين عما فى المستويات المنخفضة.

وقد وجد أن الظروف المثلى لنمو الشمراخ الزهرى فى الأصناف ذات النهار المتوسط الطول هى حرارة ١٢-١٦°م، وفترة ضوئية ١٦-١٧ ساعة. وتختلف الظروف التى تلزم لتثبيط نمو

الشمراخ الزهرى باختلاف الأصناف؛ فمثلاً .. يثبط نمو الحامل النورى فى أصناف النهار القصير فى نهار أقصر مما يلزم لإحداث تأثير مماثل فى الأصناف الطويلة النهار (عن Brewster ١٩٩٤).

وعندما تكون درجة الحرارة عالية بالقدر الذى يحفز تكوين الأبصال، فإن الفترة الضوئية الطويلة تثبط نمو الشمراخ الزهرى. وعلى العكس من ذلك .. نجد عندما تكون الحرارة منخفضة بالقدر الذى يمنع أو يؤخر تكوين الأبصال، فإن الفترة الضوئية تسرع نمو الشمراخ الزهرى ومعدل استطالته. فمثلاً .. وجد أن زيادة طول النهار حتى ١٥ ساعة فى حرارة ١٠-١٦°م أدى إلى جعل طول الشمراخ الزهرى ضعف طوله العادى.

ويتأثر الإزهار فى البصل اليابانى الأخضر بكل من الحرارة المنخفضة والفترة الضوئية؛ فتتهيأ النباتات للإزهار بفعل معاملة الارتباع على حرارة ٥°م، بينما تنخفض سرعة التهيئة للإزهار بزيادة طول الفترة الضوئية، التى تزيد – كذلك – عدد الأوراق التى يلزم تكوينها لكى تتخطى النباتات مرحلة الحداثة. هذا .. إلا أن التأثير المثبط للفترة الضوئية الطويلة (حتى ٢٤ ساعة) يمكن التغلب عليه بزيادة فترة التعرض للحرارة المنخفضة (حتى ٦٠ يومًا) (Yamasaki & Miura ١٩٩٥).

حجم البصيلات المستخدمة كتقاوٍ

تعطى البصيلات الكبيرة دائمًا نسبة أعلى من حالات الإزهار المبكر؛ لذلك ينصح بعدم استعمال البصيلات التى يزيد قطرها عن ٢,٥ سم كتقاوٍ. ويفضل ألا يزيد قطر البصيلة عن ٢ سم.

حجم الشتلات

توصل Hawthorn منذ عام ١٩٣٨ إلى أن شتلات البصل الكبيرة الحجم تميل إلى إعطاء نسبة أعلى من النباتات التى تتجه نحو الإزهار المبكر عن الشتلات الصغيرة أو المتوسطة الحجم. وقد تأيّد ذلك بأبحاث Davis & Jones عام ١٩٤٤، والمبينة فى جدول (٦-٤).

حجم النمو النباتى

تعمل جميع العوامل التى تشجع على النمو السريع للنباتات قبل حلول الجو البارد على زيادة نسبة الإزهار المبكر، وذلك بسبب أن نباتات البصل تمر بفترة حداثة لا تستجيب خلالها للحرارة

المنخفضة. ولكى يكون التعرض للحرارة المنخفضة مؤثرًا فى تهيئة النباتات للإزهار، فلابد أن يحدث ذلك بعد أن تكون النباتات قد بدأت فى تكوين الأبصال. وكقاعدة عامة .. نجد أن النباتات التى يقل قطرها عن ٧ مم، والبصيلات التى يقل قطرها عن ١,٣ سم ليست حساسة للمعاملات الحرارية التى تؤدى إلى الإزهار. وتزداد هذه الحساسية بزيادة حجم النبات أو البصيلة عن ذلك.

جدول (٦-٤): تأثير قطر الشتلة بالمليمتر عند قاعدة النبات على نسبة الإزهار المبكر فى صنف البصل جرانو Grano (عن Jones & Mann ١٩٦٣).

قطر الشتلة بالمليمتر عند قاعدة النبات	النسبة المئوية للنباتات المزهرة
أقل من ٣,١	صفر
٣,١-٦,٣	١,٤
٦,٣-٩,٣	٣٦,٠
٩,٣-١٢,٥	٧٣,٤
١٢,٥-١٥,٦	٨٥,٢
١٥,٦-١٨,٨	٨٨,٢
١٨,٨-٢١,٩	٩٧,٢
٢١,٩-٢٥,٠	١٠٠,٠

وقد وجد – على سبيل المثال – أن نباتات البصل صنف أيلزا كريج Ailsa Craig لاتستجيب لمعاملة الارتباع قبل تكوين مالايقل عن ١٢-١٣ ورقة، ويتراوح الرقم فى مختلف الأصناف بين ١٠ و ١٤ ورقة يمكن أن تظهر بعدها مبادئ الأزهار استجابة لمعاملة الحرارة المنخفضة (عن Rabinowitch ١٩٩٠)، ولكن ينخفض الرقم إلى سبع أوراق فقط – بما فى ذلك الورقة الفلقية – فى بعض الأصناف، مثل Rijnsburger. ويتراوح الوزن الجاف للنباتات التى يمكنها الاستجابة لمعاملة الارتباع – عادة – بين ٠,٠٦ و ٠,٤٥ جم/نبات. وبالمقارنة فإن الأبصال التى يبلغ وزنها الطازج ٥٠ جرامًا يمكن دفعها إلى الإزهار بنسبة ٥٠٪ بتعريضها لحرارة ٩°م لمدة ٢٠-٣٠ يومًا، بينما تحتاج البصيلات التى يبلغ وزنها ٥ جرامات إلى أكثر من ٨٠ يومًا. وتستجيب البصيلات – غالبًا – لمعاملة الاتباع إذا قل وزنها الطازج عن ٤ جرامات، وهو ما يمثل حوالى ٠,٤-٠,٥ جم وزنًا جافًا. ويعنى ذلك أن الحد الأدنى للوزن الجاف الذى تحدث عنده الاستجابة للارتباع عند الزراعة بالبصيلات يزيد عما فى حالة الزراعة بالبذور (عن Brewster ١٩٩٤).

وعندما يتوقع زيادة نسبة الإزهار المبكر فى الأصناف الحساسة لذلك (وذلك ببلوغ النباتات أحجامًا كبيرة قبل حلول الجو البارد) فإنه يمكن تقليل أضرار الإزهار وتأخير حدوثه بتقطيع جذور النباتات فى مرحلة نمو الورقة الخامسة إلى السابعة (معاملة الـ undercutting). تؤدى هذه المعاملة إلى زيادة عدد أيام التعرض للحرارة المنخفضة التى تلزم لتهيئة النباتات للإزهار ، وإلى نقص نسبة النباتات التى تتجه إلى الإزهار. وعلى الرغم من أن هذه المعاملة أدت إلى نقص الوزن الجاف للنباتات بنحو ٣٠٪، ونقص الوزن الطازج للأبصال، إلا أنها أدت – من خلال تأثيرها على الإزهار – إلى زيادة المحصول الصالح للتسويق (Sander & Cure ١٩٩٦).

مستوى التسميد الآزوتى

يؤدى التسميد بمستويات منخفضة من النيتروجين إلى تحفيز تكوين مبادئ الأزهار، وخاصة فى الظروف الأقل تهيئة للإزهار والمتمثلة فى الفترة الضوئية القصيرة ودرجات حرارة المنخفضة نسبيًّا. كذلك يؤدى نقص النيتروجين إلى جعل النباتات أكثر استجابة لمعاملة الارتباع. وقد واكب هذه التأثيرات لنقص النيتروجين زيادة فى نسبة الكربون إلى النيتروجين فى النبات.

ونظرًا لأن مستوى التسميد الآزوتى يعتبر من العوامل القليلة جدًّا التى يمكن التحكم فيها تحت الظروف الحقلية؛ لذا .. يمكن الاستفادة من هذه الحقيقة فى التحكم فى الإزهار، سواء أكان ذلك لأجل تثبيطه، أم الإسراع به (عن Rabinowitch ١٩٩٠).

عروة الزراعة ودرجات الحرارة السائدة

يتداخل عامل الزراعة مع كثير من العوامل المؤثرة فى الإزهار المبكر ، والتى أسلفنا بيانها، وخاصة درجة الحرارة، وحجم النمو النباتى. فنجد – مثلاً – أن نسبة الإزهار المبكر تزداد فى الزراعات الشتوية عما فى الزراعات الصيفية، وذلك لأن نباتات الزراعات الصيفية لا تتعرض لدرجات الحرارة المنخفضة بالقدر الذى يكفى لتهيئتها للإزهار، كما أن تعرضها للحرارة المنخفضة يكون فى المراحل المبكرة من نموها، وهى مازالت فى مرحلة الحداثة. ولهذا السبب تزداد ظاهرة الإزهار المبكر فى الوجه القبلى عنها فى الوجه البحرى، حيث تتعرض نباتات الزراعات الشتوية فى الوجه القبلى لدرجات الحرارة المنخفضة فى المراحل المتأخرة من نموها. كما تزداد نسبة الإزهار المبكر فى الزراعات الصيفية عندما يكون الربيع طويلاً وباردًا عما لو

كان قصيرًا ودافئـــًا ، وعندما تكون النباتات مسمدة جيدًا، ففى هذه الظــــروف تنمـــو النباتـــات بصورة جيدة قبل حلول الجو البارد، وتصبح أكثر حساسية لمعاملة الارتباع. وعلى العكس مـــن ذلك يندر أن يحدث إزهار مبكر عندما يكون الخريف باردًا والربيع دافئـــًا.

ونجد كذلك أن جميع العوامل التى تزيد من تعرض النباتات لدرجات الحرارة المنخفضة تؤدى إلى زيادة نسبة الإزهار المبكر. ومن أمثلة هذه العوامل ما يلى:

أ - الزراعة على الريشة الشمالية للخطوط، حيث تتعرض النباتات للأشعة الشمسية بدرجة أقل، وللهواء البارد بدرجة أكبر.

ب - الزراعة فى الأراضى الثقيلة، وذلك لأنها لا تدفـــأ بســـرعة لاحتفاظها بقـــدر كبير من الرطوبة.

جـ - الزراعة فى الأراضى الرديئة الصرف لنفس السبب السابق.

الأصناف

توجد اختلافات وراثية بين أصناف البصل فى ميلها نحو الإزهار المبكر. ويمكن تقسيم الأصناف إلى مجموعتين كما يلى :

أ - أصناف بطيئة فى اتجاها نحو الإزهار المبكر، ومـــن أمثلتـــها: إيرلـــى جرانـــو ، وتكساس إيرلى جرانو، وسان واكين، وإيتاليان رد.

ب - أصناف سريعة فى اتجاها نحو الإزهار المبكر، ومن أمثلتها: ســـويت ســـبانش، وهوايت سويت سبانش، وجرانكس، وكريستال واكس، ويلوبرمـــودا، وإكســـل، وهوايـــت جرانكس، وهوايت كريول، ورد كريول (عن Jones وآخرين ١٩٥٧).

وينصح دائمًا بزراعة الأصناف السريعة الإزهار متأخرًا حتى تكون النباتات صغيرة عندمـــا تتعرض للحرارة المنخفضة فلا تتأثر بها.

معاملات منظمات النمو

تؤدى معاملة نباتات البصل بحامض الجبريلليك إلى إسراع الاتجاه نحو الإزهار، وإلـــى زيادة نسبة النباتات المزهرة؛ حدث ذلك عنـــد حقـــن أوراق بـــادرات البصـــل الصغـــيرة

بالجبريللين بتركيز ٢٠-٥٠٠ جزءًا فى المليون، أو نقع الأبصال قبل زراعتها فى محلول بتركيز ٥٠٠ جزءًا فى المليون، أو رش النباتات بتركيز ١٠٠٠ جزء فى المليون. وقد عزى تأثير الجبريللين إلى دوره فى تحفيز تكوين مبادئ الأزهار، وربما إلى تحفيزه للنمو الخضرى؛ مما يؤدى إلى تكوين نباتات كبيرة تكون أكثر استجابة لمعاملة الارتباع.

كذلك تؤدى معاملة البصل - الذائبة سبق ارتباعه - فى بداية موسم نموه الثانى (عند بداية نمو الشمراخ الزهرى أو قبل ذلك مباشرة) بحامض الجبريلليك بتركيز ٥٠-١٥٠ جزءًا فى المليون إلى تقليل الوقت اللازم لظهور ٨٠٪ من الحوامل النورية بمقدار النصف، وكذلك إلى زيادة معدل استطالتها. أما النباتات التى لم يسبق تعريضها لمعاملة الارتباع، فإن معاملتها بحامض الجبريلليك لم يكن لها تأثير مماثل. ويعنى ذلك أن حامض الجبريلليك يقتصر تأثيره على استطالة الشماريخ التى تكون مبادئها قد تكونت بفعل معاملة البرودة، ولكنه لايحل محل تلك المعاملة فى تهيئة النباتات للإزهار.

وبينما تؤدى المعاملة بالجبريللين إلى زيادة النمو الخضرى وجعل النباتات أكثر استجابة لمعاملة الارتباع، فإن المعاملة بتركيزات عالية من الإيثيفون (٢٥٠٠ جزءًا فى المليون) تضعف النمو الخضرى، وتجعل النباتات غير قادرة على الاستجابة للمعاملة بحامض الجبريلليك بتركيز ١٠٠٠ جزء فى المليون، وأقل استجابة لمعاملة البرودة (عن Rabinowutch ١٩٩٠).

وقد تمكن Izquierdo & Corgan (١٩٨٠) من خفض نسبة النباتات التى تتجه نحو الإزهار المبكر فى نيوميكسيكو، وذلك بمعاملة نباتات الزراعة الخريفية فى أواخر الشتاء بالإيثيفون بتركيز ٥٠٠٠ جزء فى المليون. وأدت هذه المعاملة إلى تقليل نمو الأوراق أيضًا، كما ارتبطت فاعلية المعاملة جوهريًّا بقطر البصلة؛ فكان تثبيط الإزهار المبكر أعلى ما يمكن عندما تراوح قطر البصلة وقت إجراء المعاملة من ٠,٩-١,٦ سم، بينما لم تؤد المعاملة إلى زيادة نسبة المحصول الصالح للتسويق إلا عندما كانت نسبة الإزهار المبكر مرتفعة أصلاً فى النباتات معاملة المقارنة (الكنترول). أما عندما كانت نسبة الإزهار المبكر منخفضة بطبيعتها فى الكنترول، فقد أدت المعاملة بالإيثيفون إلى نقص المحصول نتيجة لإنقاصها حجم البصلة.

تأثر تكوين الأبصال والإزهار بالتفاعل بين الحرارة والفترة الضوئية (مثال)

نقدم - فيما يلى - كمثال - التأثير المشترك لكل من درجة الحرارة والفترة الضوئية فى تكوين الأبصال، والتهيئة للإزهار، والحنبطة فى أصناف البصل التى يكفيها نهار قصير نسبيًّا

(١٢ ساعة)، والتى يلزمها نهار متوسط الطول (٢/١ ١٣-١٤ ساعة)، والتى تحتاج إلى نهار طويل (٢/١ ١٤-١٥ ساعة) لتكوين الأبصال عند زراعتها على مدار العام فى مدينة ديفز بكاليفورنيا بالولايات المتحدة (عن Yamaguchi ١٩٨٣):

تقع مدينة ديفز على خط عرض ٣٨ درجة شمالاً، وتكون درجة الحرارة والفترة الضوئية فيها على مدار العام كما يلى:

الشهر	متوسط درجة الحرارة (ْم)	طول النهار فى أول الشهر (بالساعة والدقيقة)
سبتمبر	٢١	١٣,٢٢
أكتوبر	١٧	١٢,٠٦
نوفمبر	١٢	١٠,٥١
ديسمبر	٨	١٠,٠٤
يناير	٨	٩,٥٥
فبراير	١٠	١٠,٣٧
مارس	١٢	١١,٤٠
أبريل	١٤	١٣,٠٠
مايو	١٨	١٤,١١
يونية	٢٠	١٥,٠٤
يوليو	٢٣	١٥,٠٩
أغسطس	٢٣	١٤,٣٢

يكون سلوك مختلف الأصناف – عند زراعتها على مدار العام – كما يلى :

١ – الأصناف التى يكفيها نهار قصير نسبيًّا (١٢ ساعة) لتكوين الأبصال:

أ – إذا أنبتت بذورها خلال الفترة من أول أبريل إلى أول مايو، فإن بادراتها تتعرض لنهار لايقل طوله عن ١٣ ساعة، وتتجه بسرعة نحو تكوين الأبصال وهى صغيرة، فتتكوّن نتيجة لذلك بصيلات صغيرة الحجم.

ب – إذا أنبتت بذورها فى أول شهر أكتوبر، فإن بادراتها تنمو خلال فصل الخريف فى

درجات حرارة معتدلة، وتتعرض لفترة ضوئية تقل عن ١٢ ساعة؛ لذا نجد أن النمو النباتى يكون سريعًا، حيث تتخطى النباتات مرحلة الحداثة قبل أن تحل برودة الشتاء. ويعقب ذلك تعرض هذه النباتات لمتوسط شهرى لدرجة الحرارة يقل عن ١٠°م خلال الفترة من ديسمبر إلى يناير. وذلك يؤدى إلى ارتباع النباتات، وتكون مبادئ الأزهار بها، ثم تستطيل شماريخها الزهرية عند ارتفاع درجة الحرارة فى شهر أبريل.

جـ - إذا أنبتت بذورها خلال الفترة من أول شهر نوفمبر إلى أول فبراير، فإن بادراتها لاتستجيب لدرجات الحرارة المنخفضة التى تتعرض لها خلال تلك الفترة، والتى يقل متوسطها الشهرى عن ١٠°م، لأنها تكون فى مرحلة الحداثة؛ لذا .. نجد أن هذه النباتات لا تتهيأ للإزهار، وتستمر فى النمو الخضرى إلى أن تبدأ فى تكوين الأبصال عندما تتعرض لفترة ضوئية طولها ١٢ ساعة أو أكثر .. ويكون ذلك فى النصف الثانى من شهر مارس.

هذا .. ويعتمد حجم الأبصال المتكونة على موعد إنبات البذور المؤثر على مدى النمو الذى تصل إليه النباتات عند بداية تكوين الأبصال، حيث يزداد النمو مع التبكير فى الزراعة، ويزيد بالتالى حجم الأبصال المتكونة.

د - إذا أنبتت بذورها فى أول شهر مارس، فإن بادراتها تتعرض لفترة ضوئية مناسبة لتكوين الأبصال، وهى فى مرحلة مبكرة من النمو، وتتكون نتيجة لذلك بصيلات صغيرة الحجم.

٢ - الأصناف التى يلزمها نهار متوسط الطول (١/٢ ١٣-١٤ ساعة) لتكوين الأبصال :

أ - إذا أنبتت بذورها فى الفترة من أول شهر مايو إلى أول أغسطس، فإن بادراتها تتعرض لنهار يزيد طوله عن ١٤ ساعة، وتتجه بسرعة نحو تكوين الأبصال وهى صغيرة، فتتكون نتيجة لذلك بصيلات صغيرة الحجم.

ب - إذا أنبتت بذورها خلال الفترة من أول شهر سبتمبر إلى أول أكتوبر، فإن بادراتها تنمو خلال فصل الخريف فى درجات حرارة معتدلة، وتتعرض لفترة ضوئية تقل عن ١/٢ ١٣ ساعة؛ ولذا .. نجد أن النمو النباتى يكون سريعًا بحيث تتخطى النباتات مرحلة الحداثة قبل أن تحل برودة الشتاء .. ويعقب ذلك تعرض هذه النباتات لمتوسط شهرى لدرجة الحرارة يقل عن ١٠°م خلال الفترة من ديسمبر إلى يناير. ويؤدى ذلك إلى ارتباع هذه النباتات، وتتكون بها مبادئ الأزهار، ثم تستطيل شماريخها الزهرية عند ارتفاع درجة الحرارة فى شهر أبريل .

جـ - إذا أنبتت بذورها خلال الفترة من أول شهر نوفمبر إلى أول مارس، فإن بادراتها لاتستجيب لدرجات الحرارة المنخفضة التى تتعرض لها خلال تلك الفترة (خاصة خلال الفترة من أول ديسمبر إلى أول فبراير، حيث يقل معدل درجة الحرارة الشهرى عن ١٠°م)، وذلك لأنها تكون فى مرحلة الحداثة. وعلى هذا .. نجد أن هذه النباتات لا تتهيأ للإزهار، وتستمر فى النمو الخضرى إلى أن تبدأ فى تكوين الأبصال، وذلك عندما تتعرض لفترة ضوئية طولها ١٣ ١/٢ ساعة أو أكثر .. ويكون ذلك فى بداية شهر مايو. هذا .. ويعتمد حجم الأبصال المتكونة على موعد إنبات البذور، والذى يؤثر على مدى النمو الذى تصل إليه النباتات عند بداية تكوين الأبصال، حيث يزداد مع التبكير فى الزراعة، ويزيد بالتالى حجم الأبصال المتكونة.

د - إذا أنبتت بذورها فى أول شهر أبريل، فإن نباتاتها تتعرض لفترة ضوئية مناسبة لتكوين الأبصال فى بداية شهر مايو، فتتجه نحو تكوين الأبصال، وهى صغيرة الحجم نسبيًا، فتتكون نتيجة لذلك أبصال متوسطة الحجم.

٣ - الأصناف التى تحتاج إلى نهار طويل (١٤ ١/٢-١٥ ساعة) لتكوين الأبصال:

أ - إذا أنبتت بذورها خلال الفترة من أول شهر يونيو إلى أول يوليو، فإن بادراتها تتعرض لنهار طوله ١٥ ساعة، وتتجه بسرعة نحو تكوين الأبصال وهى صغيرة، فتتكون نتيجة لذلك بصيلات صغيرة الحجم.

ب - إذا أنبتت بذورها خلال الفترة من أول شهر أغسطس إلى أول أكتوبر، فإن بادراتها تنمو خلال فصل الخريف فى درجات حرارة معتدلة، وتتعرض لفترة ضوئية تقل عن ١٤ ١/٢ ساعة؛ ولذا .. فإن النمو النباتى يكون سريعًا، بحيث تتخطى النباتات مرحلة الحداثة قبل أن تحل برودة الشتاء. ويعقب ذلك تعرض هذه النباتات لمتوسط شهرى لدرجة الحرارة يقل عن ١٠°م خلال الفترة من ديسمبر إلى يناير. ويؤدى ذلك إلى ارتباع هذه النباتات، وتتكون بها مبادئ الأزهار، ثم تستطيل شماريخها الزهرية عند ارتفاع درجة الحرارة فى شهر أبريل.

جـ - إذا أنبتت بذورها خلال الفترة من أول شهر نوفمبر إلى أول أبريل، فإن بادراتها لاتستجيب لدرجات الحرارة المنخفضة التى تتعرض لها خلال تلك الفترة (خاصة خلال الفترة من أول ديسمبر إلى أول فبراير، حيث يقل معدل درجة الحرارة الشهرى عن ١٠°م)، وذلك لأنها تكون فى مرحلة الحداثة؛ لذا .. فإن هذه النباتات لا تتهيأ للإزهار، وتستمر فى النمو الخضرى إلى أن تبدأ فى تكوين الأبصال، وذلك عندما تتعرض لفترة ضوئية طولها ١٤ ١/٢ ساعة أو أكثر،

ويكون ذلك فى بداية شهر مايو، كما تكون الأبصال المتكونة متوسطة إلى كبيرة الحجم حسب الموعد الذى نبتت فيه البذور، حيث تعطى الزراعات المتأخرة أبصالاً متوسطة الحجم.

د - إذا أنبتت بذورها فى أول شهر مايو، فإن نباتاتها تتعرض لفترة ضوئية مناسبة لتكوين الأبصال فى بداية شهر يونيو، فتتجه نحو تكوين الأبصال وهى مازالت صغيرة الحجم نسبيًا، فتتكون نتيجة لذلك أبصال متوسطة الحجم.

سكون الأبصال

مدة السكون ومظاهرة

أوضحت دراسات Abdallah & Mann (١٩٦٣) أن أبصال البصل تمر بفترة سكون قصيرة تفقد فيها الأبصال القدرة على تكوين بادئات أوراق جديدة. ففى صنف البصل إكسيل Excel استمر تكوين بادئات الأوراق خلال كل مراحل النمو النباتى فى الحقل، وحتى قبل أن تتدلى أوراق النباتات لأسفل بنحو ٢٠ يومًا، ثم دخلت النباتات بعد ذلك فى مرحلة سكون توقف خلالها تكوين بادئات أوراق جديدة، واستمرت هذه المرحلة حتى بعد الحصاد بفترة لم تتعد أسبوعين، وتلت ذلك استعادة النباتات لمقدرتها على تكوين بادئات أوراق جديدة، وانتهاء حالة السكون. وقد تكونت بادئات الأوراق فى صنف إكسيل بمعدل ورقة واحدة أسبوعيًا أثناء فترة النمو الحقلى حتى بداية مرحلة السكون. أما بعد انتهاء حالة السكون، فقد تكونت بادئات الأوراق فى المخازن بمعدل ورقة واحدة جديدة كل أسبوعين فى درجة حرارة ١٥ْم، وكل ٤ أسابيع فى درجة حرارة صفر أو ٣٠ ْم.

مما تقدم يستدل على أن السكون فى البصل يبدأ قبل الحصاد بنحو ٢٠ يومًا، ويستمر إلى ما بعد الحصاد بمدة أقصاها أسبوعين، وأن حالة السكون تتميز بعدم مقدرة النبات على تكوين بادئات أوراق جديدة، إلا أن خلايا القمة النامية لساق نبات البصل تستمر فى الانقسام أثناء فترة السكون.

وتجدر الإشارة إلى أن التزريع الذى يحدث أثناء التخزين (والذى يكون أسرع فى درجة حرارة ١٥ْم عمّا فى درجة حرارة صفر أو ٣٠ْم) لا يرجع إلى بزوغ الأوراق التى تكونت بادئاتها أثناء التخزين، وإنما يرجع إلى استطالة الأوراق التى تكونت بادئاتها قبل الحصاد.

وقد أوضحت دراسات Abdallah & Mann (١٩٦٣)- كذلك - أن أوراق النبات كانت خضراء وقائمة عندما توقف تكوين مبادئ أوراق جديدة قبل الحصاد بنحو ٢٠ يومًا، وأن تكوين

مبادئ الجذور الجديدة توقف فى الوقت ذاته تقريبًا. وقد بدأ تكوين مبادئ الأوراق الجديدة داخل الأبصال أثناء تخزينها وذلك بعد الحصاد بنحو أسبوعين . وقد استمر الانقسام الخلوى فى القمة النامية حتى وقت الحصاد، ثم تناقص بعد المعالجة، ليبقى عند مستوى منخفض خلال التخزين. وتكونت النموات الجديدة داخل البصلة بسبب استطالة الخلايا المتواجدة فى الأوراق البرعمية التى تكونت فى المراحل الأخيرة من تكوين البصلة، أى أنها لم تعتمد على الانقسام الخلوى فى القمة النامية.

وتتلاشى حالة السكون – تدريجيًّا – أثناء تخزين الأبصال إلى أن تنتهى مع بداية تكوين نموات جديدة داخلية بعد نحو أسبوعين إلى سبعة أسابيع بعد الحصاد، حسب الصنف. ويكون النمو الداخلى بطئ جدًّا – عادة – حيث يستغرق عدة شهور قبل ظهوره خارج البصلة فيما يعرف بالتزريع.

كذلك يتوقف التجذير فى الأبصال الساكنة. وإذا زرعت الأبصال فى بيئة رطبة فإن بروز الجذور يستغرق ما بين أسبوع واحد إلى عدة أسابيع بعد الحصاد حسب الصنف. ويلى التجذير حدوث التزريع الداخلى، فالخارجى (Andallah & Mann ١٩٦٣).

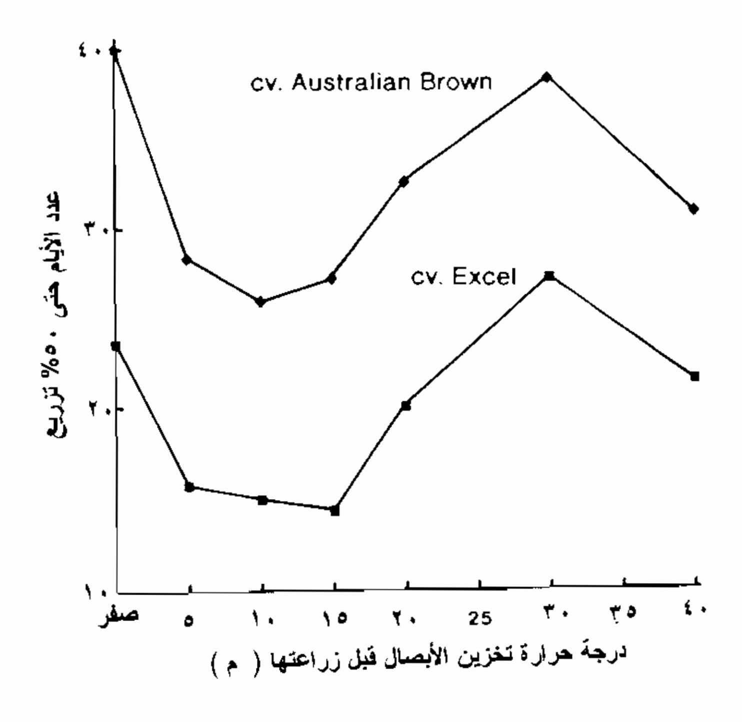
وعمومًا .. فإن حالة السكون فى البصل (وكذلك فى الثوم) تتميز بأنها ذات طبيعة كمية، ولاتنتهى فجأة فى وقت معين، وإنما تختفى تدريجيًّا، ويكون انتهاؤها أسرع فى درجات الحرارة المعتدلة (١٥–٢٠°م) مقارنة بدرجات الحارة المنخفضة (الصفر المئوى)، أو المرتفعة (٣٠°م). وأيًّا كانت درجة الحرارة التى تخزن عليها الأبصال، فإن المدة التى تلزم لحين إنباتها – من بعد زراعتها – تقل بزيادة فترة التخزين.

تأثير درجة حرارة التخزين على السكون

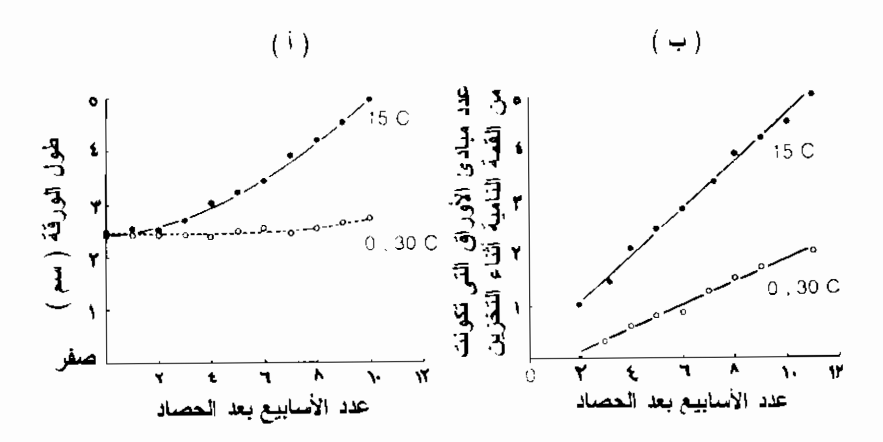
قام Abdalla & Mann (١٩٦٣) بتخزين أبصال صنفين من البصل، هما: إكسيل Excel، وهو لايتحمل التخزين كثيرًا، وأوسترالين براون Australian Brown، وهو يتحمل التخزين لفترة طويلة على حرارة ثابتة مقدارها صفر، و ٥، و ١٠، و ١٥، و ٢٠، ٣٠، و ٤٠°م. وبعد التخزين لفترة صفر، و ٢، و ٤، و ٨، و ١٦ أسبوعًا قاما بزراعة عينات منها فى بيت موس مبلل على حرارة ١٥°م، ثم قاما بحساب الوقت اللازم لتزريع ٥٠٪ من الأبصال بوضوح. وتبين من النتائج (شكل ٦–٦) أن التزريع فى كلا الصنفين كان أسرع فى الأبصال التى خزنت على حرارة ١٠–١٥°م، وكان أبطأ فى الحرارة الأقل والحرارة الأعلى من ذلك. وكان معدل استطالة النموات الجديدة داخل البصلة ومعدل تكوين مبادئ الأوراق الجديدة أسرع كثيرًا عندما خزنت الأبصال على ١٥°م عما لو كان تخزينها على

الصفر المئوى أو ٣٠°م (شكل ٦-٧). وقد تأكدت هذه النتائج فى دراسات لاحقة؛ ففى دراسة على ١٠ أصناف كان تزريع الأبصال التى خزنت على ٥ أو ٣٠°م أبطأ - وهى فى المخازن - عما لو كان تخزينها على درجات حرارة متوسطة. وقد تراوح المدى المناسب للتزريع - فى مختلف الأصناف - بين ١٠ و٢٠°م (عن Brewster ١٩٩٤).

كذلك تبين أن تعريض الأبصال لحرارة ٣٠-٣٥°م لمدة ٣ أسابيع بعد حصادها مباشرة أدى إلى سرعة تزريعها عندما خزنت بعد ذلك فى مخازن جافة على ١٥°م، وكذلك ازدادت سرعة تجذيرها وتزريعها عندما زرعت فى بيت موس مبلل على ١٥°م (Miedema ١٩٩٤ أ). وقد أحدثت حرارة ٢٥°م تأثيرات مماثلة على الأبصال التى لم تكن كاملة النضج عند الحصاد. ويعنى ذلك أن تعريض الأبصال للحرارة المرتفعة أثناء علاجها - بعد الحصاد - قد يؤدى إلى تقصير فترة تخزينها (عن Brewster ١٩٩٤ - صفحة ١٥١). إلا أن تعريض الأبصال إلى حرارة تزيد عن ٢٥°م بصورة دائمة أدى إلى تثبيط التجذير والتزريع بشدة (Miedema ١٩٩٤أ).



شكل (٦-٦): عدد الأيام حتى ٥٠٪ تزريع بأبصال سبق تخزينها لمدة أربعة أسابيع على درجات الحرارة المبينة فى الشكل، وذلك بعد زراعتها فى بيت موس مبلل على ١٥°م.



شكل (٦-٧): أ- تأثير حرارة تخزين الأبصال على استطالة النموات الجديدة فى الصنف إكسيل.
ب- تكوين مبادئ الأوراق الجديدة فى أبصال الصنف إكسيل المخزنة على حرارة ثابتة.

هذا .. ويكون تزريع الأبصال أسرع كثيرًا إذا زرعت فى وسوط رطب، وسُمح لها بالتجذير عما لو تركت فى مخازن جافة فى ظروف مثبطة للتجذير. وقد أمكن تمييز نوعين من التجذير، تجذير خارجى outer rooting، وهو تكوين الجذور على الساق القرصية القديمة للبصلة، وتجذير داخلى inner rooting، وهو تكوين الجذور من داخل البصلة قريبًا من القمة الخضرية الميرستيمية عند قاعدة النموات الخضرية الجديدة. ويقترن التجذير الداخلى عادة - بالتزريع الداخلى، ولكن يختلف مدى هذا الاقتران باختلاف الأصناف. ويحفز ابتلال قاعدة البصلة التجذير الخارجى، الذى يمكن أن يحدث - كذلك - فى المخازن عند ارتفاع الرطوبة النسبية عن ٨٠٪. أما التجذير الداخلى فلا يتأثر بالرطوبة النسبية خارج البصلة إلى أن تخترق الجذور سطح البصلة، حيث يزداد معدل نمو الجذور بعد ذلك فى ظروف الرطوبة النسبية العالية أو الابتلال.

وعند تخزين الأبصال فى درجات حرارة مختلفة ثم زراعتها فى بيئة رطبة على حرارة تتراوح بين ١٠ْم و ١٥ْم، فإن الجذور يمكن أن تظهر فى خلال أيام قليلة، ويكون ظهورها أسرع كثيرًا عن ظهور النموات الخضرية الجديدة. وقد تبين لدى مقارنة ١٠ أصناف زرعت فى فيرميكيلوليت مبلل على ١٠ْم أن الوقت الذى مرّ حتى تجذير ٥٠٪ من النباتات تراوح بين ٨ أيام و ٦٣ يومًا حسب الصنف، كما وجدت اختلافات كبيرة بين

الأبصال فى الصنف الواحد. هذا إلا أن التجذير كان أسرع ما يمكن - فى جميع الأصناف - فى حرارة ١٠°م، وبطيئًا جدًّا فى حرارة ٣٠°م؛ أى أن الاستجابة للحرارة كانت متماثلة فى حالتى التجذير والتزريع (Brewster ١٩٩٤).

عندما خزنت أبصال ١٠ أصناف من البصل فى درجات حرارة مختلفة ثم زرعت فى بيت موس مبلل على ١٠°م، فإن الجذور الجديدة ظهرت خلال عدة أيام، وكان ظهورها أسرع من التزريع. وتراوحت الفترة التى انقضت حتى تجذير ٥٠٪ من الأبصال بين ٨ و ٦٣ يومًا حسب الصنف، بينما تراوحت الفترة التى انقضت حتى تزريع ٥٠٪ من الأبصال بين ٤٩ و ١٥٦ يومًا (وبالمقارنة .. تراوحت الفترة التى انقضت حتى تزريع ٥٠٪ من أبصال الأصناف ذاتها فى مخازن جافة على حرارة ١٠°م بين ١٤٩ و ٣١٠ يومًا). وقد تراوحت درجة الحرارة المثلى للتزريع فى المخازن الجافة - فى هذه الدراسة - بين ١٠ و ٢٥°م - حسب الصنف - وللتجذير على فير ميكيوليت مُرَطَّب بين ١٠ و ١٥°م، وكانت الدرجة المثلى للتجذير واستطالة النموات الجديدة فى الأبصال غير الساكنة ٢٥°م (Miedema ١٩٩٤أ).

يتضح مما تقدم بيانه أن انتهاء فترة الراحة فى الأبصال يحدث بصورة تدريجية، ويكون سريعًا فى حرارة ١٥°م، ويتأخر بانخفاض درجة الحرارة، أى يتوقف طول فترة الراحة على درجة الحرارة. أما حالة السكون التى تطرأ على الأبصال فى الحرارة العالية فإنها تختلف فى طبيعتها من حالة الراحة التى تستمر فى الحرارة المنخفضة؛ فهى تحدث فى الحرارة المرتفعة (٢٥-٣٥°م)، وتستمر لفترة أطول فى الحرارة الأعلى (٣٠-٣٥°م) (Komochi ١٩٩٠).

وعلى خلاف الخروج من طور الراحة - الذى يكون أسرع فى الحرارة المعتدلة (١٥°م) مما فى الحرارة المنخفضة (الصفر المئوى)، أو المرتفعة (٣٠°م) - فإن معدل النمو - بعد انتهاء طور الراحة - يتناسب طرديًّا- مع درجة الحرارة وذلك فى المدى بين صفر ، و ٢٥°م.

تأثير تقطيع الأبصال على السكون

يؤدى تقطيع الأبصال إلى تحفيز تزريعها، ويزداد التأثير عند قطع الأبصال عرضيًا مما فى حالة قطعها قطعين رأسيين متعامدين. وقد تبين أن القطع فى حد ذاته ليس هو العامل المؤثر، ولكنه يزيد من حركة الهواء - ومن ثم الأكسجين - حول القمة النامية والبراعم الأخرى الجانبية بالبصلة؛ الأمر الذى يحفز نموها. ويتحرك الهواء بحرية أكبر ليصل إلى

القمم النامية داخل البصلة فى القطع الأفقى عنه فى القطع الرأسي. ويحدث نفس التأثير فى الأبصال ذات الرقاب السميكة التى تكون أسرع تزريعًا، وهى التــى تكــون رقابــها غــير مندمجة وينفذ من خلالها الهواء بسهولة إلى داخل البصلة (عن Komochi ١٩٩٠).

كذلك فإن تجريح الساق القرصية يسرع تزريع الأبصال.

وقد وجد Yoo & Pike (١٩٩٥) أن تقطيع الأبصال عرضيًّا مع إزالة الجزء المقطــوع أدى إلى تحفيز التزريع على فيرميكيوليت مبلل فى حرارة ١٥، و ٢٥ْم، وأن إزالــة ٣/٤ البصلة كان أفضل من إزالة نصفها، ولكن معاملة التقطيع لم تكن مؤثرة على التزريع فــى حرارة ٣٠ْم، حيث كان ضعيفًا للغاية وكان التجذير نشيطًا عند زراعة الأبصال علــى ١٥ْم، بينما كان ضعيفًا للغاية على حرارة ٣٠ْم. وبينما لم تؤثر معاملة تقطيــع الأبصــال علــى التجذير فى حرارة ٣٠ْم، فإن العلاقة كانت عكسية بين مقدار الجزء العرضى المُزال مــن البصلة (٥٠٪ أو ٧٥٪) والتجذير. وقد اقترح الباحثان - بناء علــى تلــك النتــائج - أن للبصل ميكانيكية للسكون تنشط فى ٣٠ْم.

المظاهر الفسيولوجية لسكون الأبصال

التغيرات فى معدل التنفس

وجد أن معدل تنفس الأبصال يظلّ منخفضاً وثابتاً لفترة معينة بعد جفاف النموات الخضريــة والحصاد، ويبدو أن هذه الفترة تواكب فترة الراحة فى الأبصال، وقد استمرت لمدة حوالــى ١٠٠ يوم على حرارة ٥ْم، ولأكثر من ١٥٠ يوم على الصفر المئوى، ولكنها لم تدم إلا لعشرة أيــام على حرارة ١٥ْم، ثم بدأ بعد ذلك معدل التنفس فى الارتفاع. أما فى حرارة ٢٥ْم فــإن معــدل التنفس انخفض سريعًا بعد بداية التخزين، ثم ظل ثابتًا لفترة، ثم ارتفع بعد ذلك، وتراوحت فــترة ثبات معدل التنفس بين ١٠ أيام و ٢٥ يومًا. ويعتقد أن الانخفاض الأولى فى معــدل التنفــس مرده إلى سكون تسببه الحرارة العالية.

تمثيل مانعات التبرعم

وجد أن معاملة النموات الخضرية للبصل بالمركبات التى تؤدى إلى جفافه - وهى التى تعرف باسم المجففات desicants - تؤدى إلى سرعة تزريع البصل بعد الحصاد، وأن إزالة النموات الخضرية كلية أحدث تزريعًا أكثر. وقد أدى ذلك إلى افتراض وجود مانعات للتبرعم

Sprout Inhibitors، يتم تصنيعها فى الأوراق، وتنتقل أولا بأول إلى الأبصال حتى تصل إلى تركيز معين فيها فى مرحلة معينة من تطورها، يؤدى إلى دخولها فى حالة سكون، ومع تحلل هذه المركبات فيما بعد تنتهى حالة السكون ويحدث التبرعم إذا توفرت الظروف البيئية المناسبة له.

التغيرات الهرمونية الداخلية

لوحظت زيادة فى المركبات المنشطة للنمو - مثل الأوكسينات والجبريللينات - فى الساق القرصية للبصلة أثناء نموها، ثم انخفض تواجدها تدريجيًا مع اقتراب النضج. ووصلت هذه المركبات إلى أدنى مستوى لها خلال فترة الراحة، ولكنها ظلت دائمًا متواجدة. وأعقب بداية تكوّن النموات الداخلية فى البصلة زيادة بسيطة فى مستوى هذه المركبات. أما المركبات المثبطة للنمو فإنها تواجدت فى البصلة من بداية تكوينها حتى تزريعها، ولم ينخفض تركيزها حتى بعد التزريع، ولم ترتبط بحالة السكون.

وفى دراسة أخرى وجد أن نشاط السيتوكينينات، والجبريللينات، والأوكسينات فى القمم النامية مع جزء من الساق كان منخفضاً للغاية خلال فترة السكون، بينما كان تركيز مثبطات النمو عاليًا. وحدثت زيادة كبيرة فى نشاط السيتوكينينات فى بداية مرحلة استطالة النموات الجديدة، تبعتها زيادة فى نشاط الجبريللينات، ثم فى نشاط الأوكسينات، بينما اختفى نشاط مثبطات النمو.

ويبدو أن سكون الأبصال فى البصل يعتمد على توفر حالة من التوازن بين منشطات النمو ومثبطات النمو، وتتوفر أدلة قوية على اشتراك مثبطات النمو فى حالة التوازن تلك. وإلى الآن لم يمكن التعرف إلا على مثبط نمو واحد فى أبصال البصل، وهو حامض الأبسيسيك، ولكن نشاط هذا الحامض لم يشكل سوى ١٠-٢٠٪ من النشاط المثبط فى مستخلص الأبصال؛ مما يدل على وجود مثبطات نمو أخرى من حامض الأبسيسيك فى إحداث حالة السكون.

فى دراسة خزنت فيها الأبصال على حرارة ٥-٩°م وجد أن مستوى المركبات المثبطة للنمو كان منخفضًا خلال الشهر الأول بعد الحصاد ثم انخفض تدريجيًا إلى مستوى منخفض بعد خمسة شهور عند بداية التزريع. وعند التزريع ظهرت زيادة كبيرة فى مستوى السيتوكينينات وظل مستواها مرتفعًا حتى نهاية فترة التخزين. وأعطيت الزيادة فى الستوكينين زيادات فى مستوى

كل من الجبريلليــن والأوكسين. ولم يتأثر التزريــع فى الأبصـال التى حقنت بالأوكسـينات، أو بالجبريللينات أثناء تخزينها، ثم وضعت فى حرارة ٢٠°م. ويعنـى ذلـك أن بداية التزريع واستمراره يتطلب توفر مستوى منخفض من مثبطات النمو ومستوى مرتفع من السيتوكينين. وتؤكد ذلك معاملات البراعم المعزولة من الأبصال الساكنة بمنظمات النمو، والتى لم تتأثر فيـها استطالة البراعم بالأوكسينات أو الجبريللينات، بينما ثـُبطت بحامض الأبسيسيك، وحُفِزت للنمـو بالمعاملة بالكينتين (عن Miedema & Kamminga ١٩٩٤).

وفى دراسة حول دور السيتوكينينات فـى سـكون أبصـال البصـل قـام Miedema & Kamminga (١٩٩٤) بتخزين أبصال البصل – بعد حصادها بأربعة أسابيع – على ٥، أو ١٥، أو ٣٠°م لمدة ١٨ أسبوعًا. وقد وجدا أن سكون الجذور تلاشى تدريجيًا أثناء التخزيـن، ولكـن ازدادت سرعة ذلك التلاشى على حرارة ٣٠°م، وظهر التزريع بعد التجذير. وقد ظـل مسـتوى نشاط السيتوكينين منخفضًا خلال الأسـابيع الستة الأولى من التخزين علـى جميـع درجـات الحرارة. وفى معاملتى التخزين على حرارة صفر، و ١٥°م وجـد ارتفاع مفـاجئ فـى نشـاط السيتوكينين بعد ١٢ أسبوعًا من التخـزيـن أعقبـه ارتفاع آخر بعد ١٨ أسبوعًا. أمـا عنـد التخزين على حرارة ٣٠°م فلم يرتفـع نشاط السـيتوكينين إلاّ بقدر يسير خال فترة التخزيـن. وقد أدى حقن الأبصال التى خزنت على حـرارة ٢٥°م لمـدة ٢٨ أسـبوعًا بـالبنزيل أدنيـن Benzyladenine إلى تحفيز تزريعها بشدة. ويستدل من ذلك أن تثبيط تزريـع الأبصـال فـى درجات الحرارة العالية يكون مرده إلى انخفاض مستوى السـيتوكينينات الداخليـة فـى هـذه الظروف.

وجد Miedema (١٩٩٤ ب) أن بزوغ النموات الجديـدة بـن الأبصـال (الـتزريع) المزروعة فى فيرميكيوليت مرطب حدث بعد تجذيرها بنحو أسبوعين. وأدت إزالة الجـذور إلى تأخير التزريع بنحو أسبوعين إلى ثمانية أسابيع حسب الصنف، علمًـا بـأن تصنيـع السيتوكينينات يتم فى القمة الميرستيمية للجذور. وعندما كانت الزراعة فى مزرعة مائيـة أمكن التغلب على التأثير السلبى لإزالة الجذور علـى الـتزريع بإضافـة البـنزيل أدنيـن Benzyladenine إلى الماء بتركيز ١٠ ميكرو مول/لـتر. ويسـتدل مـن ذلـك علـى أن السيتوكينين هو العامل المحدد لنمو البراعم الخضرية فى الأبصال، وأن المجموع الجـذرى هو الذى يقوم بتوفيره. ولكن لم تكن إضافة البنزيل أدنين إلى الماء فى المزرعة المائيـة كافية للتغلب على التأثير السلبى لإزالة الجذور على التزريع فى أصناف أخرى، حيث تطلب

الأمر كذلك تجريح الساق القرصية. كما أن مجرد تجريح الساق القرصية بالأبصال التي أزيلت جذورها أدى إلى تحفيز التزريع دونما إضافة للبنزيل أدنين؛ مما يوحى بوجود عامل آخر - إلى جانب السيتوكينين - يؤثر على تزريع الأبصال.

وعمومًا .. فإن الظروف التي تساعد على تجذير الأبصال يمكن أن تؤدى - من خلال زيادة تمثيل السيتوكينينات - إلى سرعة تزريعها كذلك.

تأثير معاملات منظمات النمو

بالنسبة لدور الأوكسينات، والجبريللينات، والسيتوكينينات فى كسر حالة السكون فإن نتائج الدراسات التى أجريت فى هذا الشأن تفيد بأن دور الأوكسينات التى تعامل بها الأبصال يقتصر على إسراع التزريع بعد انتهاء فترة السكون بالفعل، ولكنها لا تكسر حالة السكون؛ الأمر الذى يتمشى مع ما هو معروف عن دور الأوكسينات فى أنواع نباتية أخرى. كذلك لم يعرف أى تأثير لمعاملة بالجبريللين فى كسر حالة السكن. أما السيتوكينينات فإنها تلعب دورًا رئيسيًّا سواء فى انتهاء حالة السكون بصورة طبيعية (السيتوكينينات الطبيعية فى النبات)، أم فى إنهاء (كسر) حالة السكون بمعاملة الأبصال بها.

تغيرات أخرى داخلية

لوحظ كذلك حدوث تغير فى نسب مختلف البولى أمينات **Polyamines** فى الأبصال أثناء سكونها (**Matejko & Dahlhelm** ١٩٩١).

هذا .. ولمزيد من التفاصيل عن فسيولوجيا البصل من كافة جوانب الموضوع .. يراجع **Rabinowitch & Brewster** (١٩٩٠).

الفصل السابع

صفات الجودة والعيوب الفسيولوجية

الحرافة وعلاقتها بصفات الجودة الأخرى

تعد الحرافة من أهم الصفات المميزة للبصل، وهى صفة تتوقف على محتوى الأبصال من المواد الكبريتية القابلة للتطاير، وترتبط إيجابيًا معها، كما أنها ترتبط إيجابيًّا كذلك بمحتوى الأبصال من المادة الجافة، علمًا بأن المواد الكبريتية القابلة للتطاير – المسئولة عن الحرافة – تشكل جزءًا من المادة الجافة، وتزيد بزيادتها.

وقد وجد أن الحرافة تزداد بزيادة مقدرة الأبصال على التخزين، وبزيادة فترة التخزين، إلا أن ذلك يرتبط بنسبة المادة الجافة؛ إذ تزيد قدرة الأبصال على التخزين بزيادة محتواها من المادة الجافة، كما أن الفقد الرطوبى الذى يحدث أثناء التخزين يؤدى إلى زيادة نسبية فى نسبة المادة الجافة.

ولايمكن الفصل بين حرافة البصل وطعمه أو نكهته المميزة؛ فالمركبات المسئولة عن الحرافة هى ذاتها المركبات التى تكسب البصل طعمه ونكهته المميزتين، وهى كذلك التى تكسب البصل خاصية إسالة الدموع.

تمثيل المركبات المسئولة عن النكهة والحرافة

تعتبر النكهة المميزة للبصل صفة وراثية تتحدد أساسًا بواسطة الصنف، ولكنها تتأثر كذلك بالعوامل البيئية. ويعد مستوى الكبريت فى التربة من العوامل الهامة المؤثرة فى النكهة وفى تمثيل الكبريت فى النبات. ويكون امتصاص البصل للكبريت على صورة أيون الكبريتات SO_4^{-2}، الذى ينتقل إلى الأوراق، ليختزل إلى سلفيت، ثم لتُمثَّل إلى سيستين cysteine. ويعتقد أن الجلوتاثيون glutathione – وهو سيستين ثلاثى الببتيد cystein tripeptide – هو نقطة البداية للمسارات الأيضية التى تؤدى فى

نهاية الأمر إلى تكوين بادئات النكهة. كما قد يعمل الجلوتاثيون كمخزن مؤقت للكبريت المختزل.

وتتوقف شدة النكهة والحرافة على عديد من الأحماض الأمينية الكبريتية غير البروتينيـــة، وهى التى يطلق عليها مجتمعة S-alk(en)yl cystein sulfoxides (اختصاراً : $ACSO_3$). يعمل إنزيم الأليينيز alliinase على هذه المركبات بعد جرح وتمزيق الخلايا؛ ليعطى المركبات الكبريتية المسئولة عن نكهة البصل (عن Kopsell & Randle ١٩٩٧).

وأولى المركبات تكونًا من الجلوتاثيون هى الـ gamma glutomylpeptides، وهى التـــى تتأكسد وتتحلل لتعطى مختلف بادئات الطعم، التى يمكن أن تشكل ٤٪ من الوزن الجاف للبصـــل (عن Randle وآخـــرين ١٩٩٣). هذا إلا أن دراسات Edwards وآخرين (١٩٩٤) أوضحــت أن الـ gama-glutamyl peptides ليست هى المركبات البادئة المباشرة لبادئات النكهة (الـــ S-alkeny-L-cystein sulfoxides). وتخزن معظم هذه المركبات داخل الشبكة الإندوبلازمية.

يتواجد إنزيم أليينيز alliinase فى الفجوات العصارية لخلايا البصل، بينما تتواجـــد بادئـــات النكهة فى السيتوبلازم داخل حويصلات vesicles (يعتقد بأنها الشبكة الإندوبلازمية)، ولاتحـــدث التفاعلات التى تؤدى إلى تكوين المركبات المسئولة عن النكهة المميزة للبصل إلا بعـــد جـــرح الخلايا وتمزيقها وتحرر الإنزيم من الفجوات العصارية واختلاطه ببادئات النكهة. ويفسر ذلـــك عدم احتواء الأبصال التى تطهى كاملة دون الإضرار مسبقًا بأنسجتها على تلك المركبات، حيـــث يتلف فيها الإنزيم بفعل حرارة الطهى قبل أن يصبح على اتصال ببادئات الطعم (عن Lancaster & Boland ١٩٩٠).

وتتكون النكهة المميزة للبصل – كما أسلفنا – من تحلل عديد من المركبـــات البادئـــة عقب تمزق الخلايا، وهى المركبات التى تعرف – مجتمعة – باســـم S-alk(en)yl cystein sulfoxides، والتى تعطى عند تحللها tripropanal-S oxide (المركب المسيل للدمـــوع)، وحامض البيروفيك Pyruvate، وأمونيا، وذلك عقب اتصالها – أى المركبـــات البادئـــة – بالإنزيم أليينيز alliinase. ولاتكون المركبات الكبريتية القابلة للتطاير (المركبات البادئـــة) ثابتة، حيث تتغير إنزيميًا معطية نحو ٨٠ مركبًا تم التعرف عليها. وقد وجد أن الارتبـــاط عالٍ بين شدة الحرافة ومحتوى الأبصال من حامض البيروفيك، الذى يعتبر دليلاً جيدًا علـــى حرافة الأبصال ونكهتها (عن Randle ١٩٩٢).

وبتفصيل أكبر .. تتكون بادئات المركبات المسئولة عن النكهة المميزة للبصل من مشتقات الـ cystein sulfoxide لمجموعات المثيل (methyl) والأليل allyl، والبروبنيل propenyl، والبروبيل propyl .

$$R - \underset{\underset{O}{|}}{S} - CH_2 - CH - (NH_2)\ COOH$$

حيث أن R هى أى من مجموعات الألكيل alkayl أو الأليل allyl : CH_3 ، و C_3H_5 ، و C_3H- ، و $(C_nH_{2n}-1)$ ، و $(C_nH_{2n}+1)$ ... إلخ. وتعرف هذه الأحماض الأمينية باسم أليينات alliins. ويحتوى البصل على إنزيم يعرف باسم أليينيز alliinase، يوجد فى الفجوات العصارية، ويتحرر بعد جرح وتمزق خلايا النبات؛ ليحول الأليينات – التى تتواجد فى السيتوبلازم – إلى أكاسيد ثنائى الكبريت، وهى مركبات من طراز الأليسين allicin-type compounds، كما يلى:

$$2R - \underset{\underset{O}{|}}{S} - CH_2CH(NH_2)\ COOH \xrightarrow{alliinase} \underset{allicin}{R_1 - \underset{\underset{O}{|}}{S} - S - R_2} + 2NH_3 + 2CH_3CO - COOH$$

فإذا كانت R هى: CH_3 ، أو C_3H_5 ، أو C_3H_7 ... إلخ؛ فإن الأليسين سيكون خليطاً من مركبات مختلفة، مثل: الـ methyl propyl، و allyl propyl، والـ propenyl propyl ...إلخ، كما يلى:

methyl cysteine sulfoxide + propyl cysteine sulfoxide ⟶
methyl propyl sulfide sulfoxide + ammonia + pyruvic acid

وقد يُعاد تشكيل تلك المركبات التى من طراز الأليسين إلى مركبات الـ disulfides، والـ thiosulfonates ، كما يلى (عن Augusti ١٩٩٠):

$$2R_1 - \underset{\underset{O}{|}}{S} - S - R_2 \rightarrow R - S - S - R_2 + R_1 - \overset{\overset{O}{|}}{\underset{\underset{O}{|}}{S}} - S - R_2$$

وعندما يعمل إنزيم الأليينيز alliinase على بادئات الطعم، تتكون أحماض سلفينية sulfenic acids ، وأمونيا، و حامض بيروفيك. وهذه الأحماض السلفينية شديدة التفاعل، حيث تدخل

بمجرد تكوينها فى تفاعلات تؤدى إلى إعادة تشكيلها فى صور عديدة لمركبات قابلـــة للتطـــاير تتوقف ماهيتها على الظروف التى تمر بها الأنسجة عقب تمزق خلاياها (شكل ٧-١)؛ الأمــــر الذى يترتب عليه اختلاف النكهة بين البصل الطازج، والبصل المقلى (المحمـــــر) علـــى ســـبيل المثال:

وبعد تكوّن الــ l-propenyl sulfenic acid، فإنه يتشكل تلقائيًا وفوريًا إلـــى المركـــب المسيل للدموع thiopropanal S-oxide .

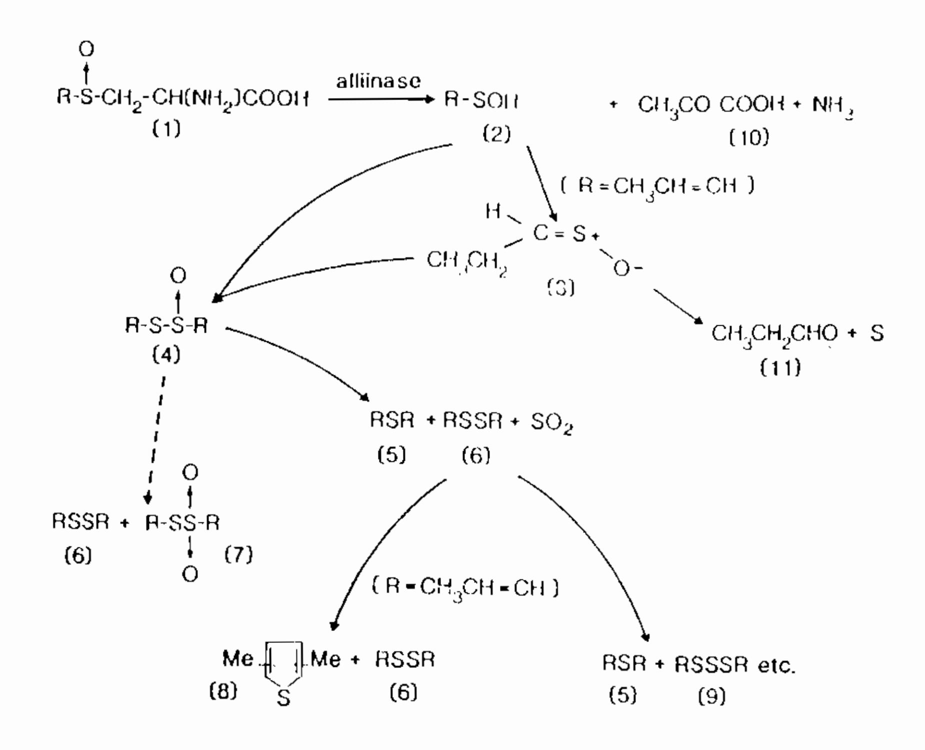
البخار
١٠٠ م
propionaldehyde
dipropyl disulfide

الفريون والماء
صفر م
طراز *syn*
طراز *anti*
المركب المسيل للدموع

الكحول الإيثيلى
< صفر م
بادئ المركب المسيل للدموع

شكل (٧-١) : تتوقف نوعية المركبات الكبريتية المستخلصة من البصل على ظـــروف الاســـتخلاص. ويبين الشكل المركبات التى يتوقع الحصول عليها عند إجراء الاستخلاص بالبخار على ١٠٠ م (التفاعل العلوى)، وبغاز الفريـــون والماء على درجة الصفر المئوى (التفاعل الأوسط) - حيث ينتج المركـــب المســـيل للدمـــوع بصورتيه - وبالكحول الإيثيلى على حرارة تحت الصفر المئوى (التفاعل السفلى)، حيث يتكون بادئ المركـــب المسيل للدموع، الذى يتحول إنزيميًا إلى المركب المسيل للدموع (عن Brewster ١٩٩٤).

ويبين شكل (٧-٢) مسارات التفاعلات الإنزيمية التى تؤدى إلى تمثيل المركبات الكبريتيـــة القابلة للتطاير فى البصل .



شكل (٧-٢): مسارات التفاعلات الإنزيمية التى تؤدى إلى تمثيل المركبات الكبريتية القابلة للتطاير فى البصل، وهى كما يلى:

(1) S-alk(en)yl cysteine sulfoxide
(2) S-alk(en)yl sulfenic acid
(3) thiopropanal S-oxide
(4) thiosulfinate
(5) monosulfide
(6) disulfide
(7) thiosulfonate
(8) dimethy thiophene
(9) trisulfide
(10) pyruvate
(11) propanal

R = methyl [CH_3], propyl [C_3H_7], or propenyl [CH_3-CH=CH].

أنواع المركبات المسئولة عن النكهة التى أمكن التعرف عليها

بلغ عدد المركبات القابلة للتطاير التى أمكن التعرف عليها فى البصل الطازج والمستخلص بالبخار أكثر من ٨٠ مركبا، كما يلى (عن Lancaster & Boland ١٩٩٠):

Thiosulfinates

Dimethyl thiosulfinate
Dipropyl thiosulfinate
Diallyl thiosulfinate
Methyl methane thiosulfinate
Propyl methane thiosulfinate
Propyl propane thiosulfinate
Methyl propyl thiosulfinate
Methyl allyl thiosulfinate
Allyl propenyl thiosulfinate
Propyl propenyl thiosulfinate

Monosulfides

Dimethyl sulfide
Diallyl sulfide
Methyl allyl sulfide
Dipropenyl sulphide (3 isomers)
Allyl propyl sulfide
Methyl propenyl sulfide (2 isomers)
Propyl propenyl sulfide (2 isomers)

Disulfides

Dimethyl disulfide
Dipropyl disulfide
Diallyl disulfide
Dipropenyl disulfide
Methyl propyl disulfide
Allyl propyl disulfide
Methyl allyl disulfide
Isopropyl propyl disulfide
Methyl propenyl disulfide
Propyl propenyl disulfide
(cis and trans)

Trisulfides

Dimethyl trisulfide
Dipropyl trisulfide
Diallyl trisulfide
Methyl allyl trisulfide
Propyl allyl trisulfide
Methyl propenyl trisulfide (2 isomers)
Methyl propyl trisulfide
Propyl proenyl trisulfide (2 isomers)
Diisopropyl trisulfide
Isopropyl propyl trisulfide

Tetrasulfides

Dimethyl tetrasulfide
Diallyl tetrasulfide

Thiosulfonates

Methyl methane thiosulfonate
Propyl methane thiosulfonate
Propyl propane thiosulfonate

Thiophene derivatives

2,5-Dimethyl thiophene
2,4-Dimethyl thiophene
3,4-Dimethyl thiophene
3,4-Dimethyl-2,5-dihydrothiophen-2-one

Thiols

Methanethiol
Ethanethiol
Propanethiol

2-Propene-1-thiol	Allyl propenyl disulfide
2-Hydroxy propanethiol	
Carbonyl compounds	**Sulfenic acids**
Propanal	Propenyl sulfenic acid
2-Methylpentanal	Allyl sulfenic acid
2-Methyl-pent-2-enal	Propyl sulfenic acid
Butanal	Methyl sulfenic acid
2 Methyl butanal	Thiopropanal S-oxide
2 Methyl but-2-enal	

وقد قام Ueda وآخرون (١٩٩) بتعريف المركبات الكبريتية فى مستخلص أبصال البصل فى الإيثانول، حيث كانت:

Trans-(+) - S-Propenyl-L-cysteine (PeCSO)
gamma-Glu-PeCSO

وكان أهم المركبات الكبريتية فى مستخلص أبصال البصل فى الماء المغلى، هو:

cycloalliin (3-(S)-methyl-1,4-thiazane-5-(R)-carboxylic acid-(S)-oxide

ومن أبرز المركبات التى تعرف عليها Kallio & Salorinne (١٩٩٠) فى البصل التى تهتكت أنسجته وخلاياه، مايلى :

Dipropyl disulfide
Methyl propyl disulfide
1-propenyl propyl disulfides (E and Z)
methyl 1-propenyl disulfides (E and Z)
1-propanethiol
dipropyl trisulfide
methyl propyl trisulfide
2-methyl propyl-2-pentenal
S-propyl thioacetate
3-ethyl-1,2-dithi-5-ene
3-ethyl-1,2-dithi-4-ene

وقد وجدت بعض الاختلافات فى المركبات المتطايرة بين البصل، ومحاصيل الخضر الأخرى التابعة للجنس *Allium*، إلا أن أكثر هذه الاختلافات كانت كمية (Stevens ١٩٧٠).

علاقة شدة حرافة البصل بمراحل نموه وتطوره

لاتحتوى بذور البصل على أية تركيزات يُعتَّد بها من بادئات الطعم، أو أى نشاط لإنزيم الأليينيز، ولكنها تحتوى على كميات كبيرة من الـ gamma-glutamyl peptides. وما أن يبدأ الإنبات وتظهر الورقة الفلقية إلاّ ويزداد سريعًا نشاط إنزيم الأليينيز، ليصل إلى أعلى مستوى له فى خلال ١٥-٢٠ يومًا من بداية الإنبات، ويحدث سلوك مماثل لذلك تقريبًا فى مستوى بادئات النكهة، التى يعتمد تكوينها فى البداية على مخزون الـ gamma-glutamyl peptides المخزونة فى البذور، ثم على نواتج التمثيل بعد ظهور الورقة الفلقية.

ويتم تمثيل بادئات النكهة فى أنصال الأوراق، ثم تنتقل منها إلى قواعد الأوراق المتشحمة التى تتكون منها البصلة. وتكون الأوراق الحديثة أنشط فى تمثيل بادئات النكهة عن الأوراق المسنة. ويستمر تراكم بادئات النكهة فى الأبصال أثناء النمو الخضرى، ثم ينخفض مستواها قليلاً وتدريجيًا أثناء نضج الأبصال.

ويصاحب تزريع الأبصال أثناء تخزينها زيادة كبيرة فى محتواها من بادئات النكهة (عن Lancaster & Boland ١٩٩٠).

العوامل المؤثرة فى حرافة الأبصال

تتأثر شدة حرارة الأبصال بعديد من العوامل، من أهمها ما يلى:

الصنف

تتباين أصناف البصل كثيرًا فى شدة حرافتها ونكهتها. وقد قدر مستوى النكهة - بطرق مختلفة - لأكثر من ٥٠ صنفًا من البصل. وتعد طريقة تقدير مستوى حامض البيروفيك هى الطريقة المفضلة نظرًا لسهولتها. ومن أكثر الأصناف حرافة تلك التى رُبّيت لأجل المحتوى المرتفع من المادة الجافة أو للتصنيع، مثل ديزو Dehyso، ومن أقلها حرافة بعض الأصناف اليابانية، والأصناف التى من طراز إيرلى جرانو Early Grano. ويصل الفارق فى شدة الحرافة نحو عشرة أضعاف بين أقل الأصناف حرافة وأشدها حرافة.

ويظهر التباين فى شدة الحرافة - المقدرة بطرق مختلفة - واضحًا فى القائمة التالية:

الصنف	حامض البيروفيك (ميكرومول/جم وزن طازج)	Thiopropanal S-oxide (ميكرومول/جم وزن طازج)	الكبريت القابل للتطاير (جزء فى المليون)	بادئات النكهة (ميكرومول/جم وزن طازج)
Rijnsburger	8-18, 8.5	33.1	--	--
Express Yellow OX	3, 5.8	35.1	--	--
Extra Early Kaizuka	3	--	--	--
Imai Early Yellow	2	--	--	--
Buffalo	4-9	--	--	--
Granex 33 Hybrid	7-8	--	--	--
Keepwell	11	--	--	--
Senshyu Semi-globe Yellow	4-8,6.4	37.3	--	--
Ebenezer	12	--	156	--
Giant Zittau	3	--	--	--
Australian Brown	10	--	--	--
Excellent	11	--	--	--
Hyduro	10-15	--	--	--
Hygro	8-17	--	--	--
Revro	9	--	--	--
Solidor	11-12	--	--	--
Mammoth Red	9-20	--	--	--
Brown Beauty	11-12	--	--	--
Downings Yellow Globe	10	--	--	--
Early Yellow Glohe	10	--	94	--
Espagnol	9	--	--	--
Granada	11	--	--	--
Topaz	12	--	--	--
Vela	10	--	--	--
Yellow Sweet Spanish	2-11	--	--	--
Ailsa Craig	11-16	--	--	--
Brunswick	10	--	--	--
Southport red Globe	9-18	--	--	--
Red Torpedo	9	--	--	--
White Portugal	13-15	--	--	--
Perecto Blanco	7	--	--	--

الصنف	حامض البيروفيك (ميكرومول/جم وزن طازج)	Thiopropanal S-oxide (ميكرومول/جم وزن طازج)	الكبريت القابل للتطاير (جزء فى المليون)	بادئات النكهة (ميكرومول/جم وزن طازج)
Sunburn	9	32.9	--	--
Miracle	10.4	39.0	--	--
Tropic Ace	9.3	32.7	--	--
Amber Express	7.4	37.3	--	--
Dragon Eye	9.0	46.6	--	--
Pukekohe Longkeeper	--	--	--	8-21
Dehyso	--	--	--	21.7
Sapporo Yellow	--	--	--	8.7
Early Longkeeper	--	--	--	6-27
Early Grano	--	--	68	--
Yellow Bermuda	--	--	72	--
Crystal Wax	--	--	97	--
White Creole	--	--	129	--
Red Creole	--	--	155	--
Brigham Yellow Globe	--	--	117	--
Yellow Globe Danvers	--	--	124	--
Utah Sweet Spanish	--	--	98	--
Mountain Danvers	--	--	126	--
Red Wethersfield	--	--	123	--
Californian Red	--	--	--	3-7
Storage Red	--	--	--	11
Southport White Globe	--	--	--	10

الرطوبة الأرضية

تقل الحرافة مع زيادة الرى أو كثرة الأمطار.

درجة الحرارة

تزداد الحرافة مع ارتفاع درجة الحرارة حتى ٢٧ْم.

قوام التربة

تقل الحرافة فى الأراضى الخفيفة عنها فى الأراضى الثقيلة.

مستوى الكبريت فى بيئة الزراعة

وجد أن حرافة الأبصال، ومحتواها من الكبريت والمركبات الكبريتية القابلة للتطاير تزداد بزيادة مستوى التسميد بالكبريت (عن Randle & Bussard ١٩٩٣)، وبالأسمدة التى تحتوى على الكبريت، مثل كبريتات الكالسيوم، وكبريتات الأمونيوم وصاحبت زيادة الكبريتات فى المحاليل المغذية إلى ٣ مللى مكافئ/لتر زيادة فى قوة النكهة الخاصة بالبصل من ضعيفة إلى قوية، ومحتوى الأبصال الكلى من الكبريت من ٠,٠١٪ إلى ٠,٥٪، ومن الحرافة (المقدرة على أساس تركيز حامض البيروفيك) من ٠,٦ إلى ٩,٢ مولاً/مل من عصير البصل (عن Randle وآخرين ١٩٩٣).

كذلك أوضحت دراسات Randle وآخرون (١٩٩٤) أن زيادة تركيز الكبريت فى المحاليل المغذية التى ينمو فيها صنف البصل ثوث بورت هوايت جلوب من ٠,١ إلى ٣,١ مللى مكافئ/لتر صاحبتها زيادة خطية فى تركيز كل من المركبات التالية:

methyl, n-propyl thiosulphinate

methyl, 1-propenyl thiosulphinate

cis-zwiebelane

trans-zwiebelane

كما ازداد تركيز المركب المسيل للدموع، وازدادت نسبة الـ thiosulphinate + الـ zwiebelanes إلى المركب المسيل للدموع بزيادة مستوى الكبريت فى المحلول المغذى. ولاشك أن التغيرات التى تحدث فى تركيز هذه المركبات مع التسميد الكبريتى يمكن أن تؤثر على النكهة المميزة للبصل.

ووجد Randle (١٩٩٢) تباينًا بين أصناف البصل فى قدرتها على امتصاص وتمثيل الكبريت، وفى درجة حرافتها فى المستويات المختلفة من العنصر.

كما وجد Randle وآخرون (١٩٩٣) اختلافات بين أصناف البصل فى محتوى أوراقها وأبصالها من عنصر الكبريت أثناء نموها، ولكنها تشابهت فى كيفية تراكم الكبريت فيها؛ ففى جميع الأصناف .. ازداد تركيز الكبريت فى الأوراق خلال مراحل النمو الأولى حينما لم تكن الظروف محفزة للتبصيل، ولكن محتواها من العنصر انخفض مع تقدم التبصيل وحتى النضج، وذلك فى مستويىّ التسميد بالكبريت: المنخفض (٠,١ مللى مكافئ كبريت/لتر)، والمرتفع (٤,٠ مللى مكافئ كبريت/لتر). وكان

النقص فى محتوى الأوراق من الكبريت فى مستوى التسميد الكبريتى المنخفض أكبر مما فى المستوى المرتفع. وقد فقدت الأوراق التى تركت لتجف على النبات معظم محتواها من الكبريت، وخاصة فى مستوى التسميد الكبريتى المنخفض؛ الأمر الذى قد يؤثر على مدى تركيز النكهة فى الأبصال.

كذلك وجد Randle & Bussard (١٩٩٣) اختلافات كبيرة بين أصناف البصل فى مدى تأثرها بمستوى التسميد الكبريتى، وفى حرافة الأبصال ومحتواها من الكبريت ومختلف السكريات، فيما عدا الفراكتوز. وكان الارتباط ضعيفًا بين محتوى حامض البيروفيك المتكون إنزيميًا ومحتوى الأبصال من الكبريت؛ مما يعنى تباين الأصناف فى توجيه الكبريت نحو تمثيله فى المركبات المسئولة عن النكهة المميزة لبصل والمركبات غير المسئولة عنها. كذلك كان الارتباط ضعيفًا بين حامض البيروفيك المتكون إنزيميًا والمركبات الكربوهيدراتية القابلة للذوبان فى الماء؛ مما يعتقد معه بأن الحرافة والحلاوة تعملان مستقلين فى أصناف البصل.

ويبين شكل (٧-٣): تأثير محتوى التربة من الكبريت على محتوى البصل من مختلف المركبات الكبريتية القابلة للتطاير.

وتجدر الإشارة إلى أن أيون الكبريتات ينتقل إلى أعلى فى النبات مع تيار الماء المفقود بالنتح، كما ينتقل العنصر من الأوراق الأولى فى التكوين إلى الأوراق الأحدث منها (عن Randle وآخرين ١٩٩٣).

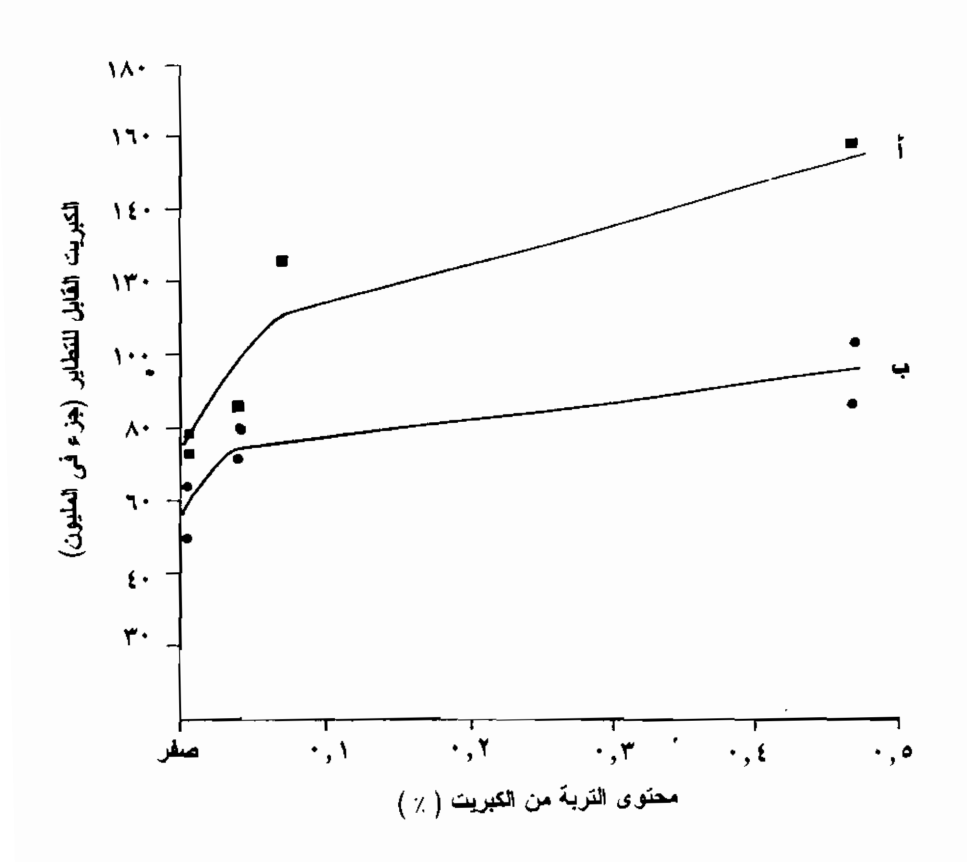
مستوى عنصر السيلينيم فى التربة

لأن كيمياء الكبريت والسيلينيم متقاربتين، فإن السيلينيم Se يمكن أن يحل محل الكبريت S فى النباتات؛ مما يسمح بتكوين نظائر للمركبات الكبريتية تحتوى على السيلينيم بدلاً من الكبريت. ففى البداية تُمتص السيلينات Selenate (أو SeO_4^{-2}) بواسطة الجذور عن طريق نفس الحاملات carries المسئولة عن امتصاص الكبريتات SO_4^{-2}. ويلى انتقال السيلينات إلى الأوراق اختزالها إلى سيلينيت Selinite (أو SeO_3^{-2})، حيث تمر بعد ذلك فى سلسلة من الاختزالات؛ لتكوّن سيلنينيد Selenide، الذى يتحول إلى سيلينوسيستين selenocysteine. ويتنافس السيلنينيد مع السلفيد sulfide على مواقع الإتصال بإنزيم cystein synthase؛ حيث يعمل السيلنيد على منع تكوين السيستين بتثبيط نشاط إنزيم cystein synthase، بينما يعمل السلفيد

على منع إنتاج السيلينوسيستين selenocysteine. ويكون التنافس بين الكبريتات والسيلينات كبيرا عندما يتواجد كلا الأيونين بتركيزات عالية.

هذا .. ويكون التركيز العالى للسيلينيم فى النسيج النباتى ساما للنبات.

ويكون السيلينيم مفيدًا للإنسان إذا تناوله فى الغذاء بما لايزيد عن ٤٠٠ ميكروجرام يوميًا، ولكنه يكون سامًا للإنسان إذا تم تناوله بكميات أكبر من ذلك (عن Kopsell & Randle ١٩٩٧).



شكل (٧-٣): تأثير محتوى التربةمن الكبريت على محتوى البصل من المركبات الكبريتية القابلة للتطاير: أ-صنف يلوبرمودا Yellow Bermuda، ب- صنف يلو جلوب دانفرز Yellow Globe Danvers (عن Lancaster & Boland).

وقد وجد Kopsell & Randle (١٩٩٧) اختلافات بين أصناف البصل فى قدرتها على تخزين السيلينيم فى أنسجتها؛ حيث تراوح بين ٦٠ و ١١٣ ميكروجراما لكل جرام من الوزن الجاف. وأدت زيادة مستوى التسميد بالسيلينيم إلى زيادة امتصاص الأبصال لعنصر الكبريت وتخزينه فيها. وقد انخفضت حرافة الأبصال فى بعض الأصناف التى كانت نامية فى مستوى عالٍ من السيلينيم (٢,٠ ملليجرام من سيلينات الصوديوم Na_2SeO_4/لتر)، مقارنة بعدم التسميد بالعنصر؛ مما يدل على تأثر أيض الكبريت – المؤدى إلى تكوين بادئات النكهة الكبريتية – على الرغم من زيادة امتصاص الكبريت تحت هذه الظروف .

محتوى الأبصال من المادة الجافة

تتكون المادة الجافة فى الأبصال أساسًا من الألياف، والنشا، والسكريات ويعد المحتوى المرتفع من المادة الجافة ضروريًا فى حالتى التخزين لفترات طويلة، والتجفيف.

وتختلف نسبة المادة الجافة فى الأصناف المختلفة من البصل من ٤٪–٢٥٪ (Jones & Mann ١٩٦٣)، وهى تتراوح فى الأصناف المصرية كما يلى: الصعيدى: ٧–٨٪، والبحيرى وجيزة ٦: ١٠–١٣٪، وجيزة ٦ محسن: ١٢–١٤٪.

وقد أوضحت الدراسات التى أجريت فى المكسيك على صنفى البصل: ريو رنجو Rio Ringo، ونومِكس NuMex – وكلاهما قصير النهار وذات أبصال صفراء – أن كل نقص قدره ١٪ فى نسبة المادة الصلبة الذائبة الكلية فى الأبصال صاحبته زيادة فى المحصول قدرها ٥,٥ طنًا للهكتار، علمًا بأن المحصول بلغ فى هذه الدراسة ١٠٨,١٥، و ٧٩,٢٢ طنًا للهكتار (٤٥,٤، و٣٣,٣ طن للفدان) على التوالى (Warid & Loaiza ١٩٩٤).

هذا .. ويزداد تركيز المادة الجافة بالأبصال من خارج البصلة نحو الداخل، ومن قمة البصلة نحو قاعدتها (مرسى وآخرون ١٩٧٣). ويوجد ارتباط كبير بين نسبة المادة الجافة فى البصلة، ونسبة المواد الصلبة الكلية المقدرة بالرفراكتومتر (McCollum ١٩٦٨).

وكما هو معروف فإن حرافة الأبصال تزداد بزيادة محتواها من المادة الجافة، وتعمل المركبات الكبريتية على إظهار وإبراز دور المركبات الكربوهيدراتية القابلة للذوبان فى الماء فى اختبارات التذوق. ولكن وجد Randle & Bussard (١٩٩٣) ارتباطًا سالبًا بين محتوى الأبصال من المادة الجافة ومحتواها من الكبريت.

كذلك يوجد ارتباط متوسط ($r = 0.57$) بين نسبة المواد الصلبة الذائبة والحرافة، وبين

نسبة المواد الصلبة الذائبة ونسبة المادة الجافة؛ الأمر الذى يمكن معه الاستدلال على شدة حرافة الأبصال بتقدير محتواها من المواد الذائبة باستعمال الرفراكتومتر.

وقد ازداد الإقبال كثيراً فى السنوات الأخيرة على استهلاك البصل الحلو (غير الحريف)، ومن الأصناف الهامة الحلوة، والتى تؤكل طازجة، فادليا Vadalia، وتكساس ١٠١٥ سويت Texas 1015 Sweet، ونومكس سويت NuMex Sweet، وجارزاليا سويت Garzalia Sweet.

ولكى يظهر الطعم الحلو فى أصناف البصل التى تؤكل طازجة فإن الحرافة يجب أن تكون فى أدنى مستوياتها، ويمكن تحقيق ذلك بإنتاج الأصناف قليلة الحرافة فى ظروف يقل فيها توفر الكبريت فى التربة. وقد وجد أن هذه الأصناف - التى ينخفض محتواها من المركبات الكربوهيدراتية القابلة للذوبان فى الماء - يمكن تقييمها بصورة أفضل بتقدير نسبة السكر: الحرافة عما لو قدر السكر أو الحرافة مستقلين (Vavrina & Smittle ١٩٩٣).

موعد الحصاد

تزداد الحرافة تدريجيًّا مع تقدم النبات فى العمر حتى نضج الأبصال، وتكون الحرافة أعلى ما يمكن عندما تبدأ أوراق النبات فى التهدل لأسفل. ويؤدى ترك الأبصال فى الحقل بعد ذلك دون حصاد إلى نقص حرافتها (عن Shoemaker ١٩٥٣).

كذلك وجد Ashish Kalra وآخرون (١٩٩٥) زيادة مستمرة أثناء نمو الأبصال - وحتى تمام نضجها - فى محتواها من كل من: حامض البيروفيك الكلى، وحامض البيروفيك المنتج إنزيميًّا والمنتج غير إنزيميًّا، والكبريت، ونشاط إنزيم الأليينيز alliinase.

طرق تقدير المركبات المسئولة عن الحرافة وبادئاتها

تتنوع الطرق المستخدمة فى تقدير المركبات المسئولة عن النكهة المميزة للبصل وحرافته، حسب نوعية المركبات، كما يلى:

١ - المركب المسيل للدموع والثيوسلفينات:

يعرف المركب المسيل للدموع Lachrymator بالاسم الكيميائى Thiopropanol S-Oxide، وتعرف عدة طرق لتقدير هذا المركب ومركبات الثيوسلفينات thiosulfinates فى البصل التى تهتكت أنسجته وخلاياه. تعتمد الطريقة الأولى على خاصية تفاعل الثيوسلفينات مع السيستين

cystein لتكوين مشتقات السيستين، ثم فصل مشتقات السيستين لكل من المركب المسيل للدموع والثيوسلفينات بطريقة الطبقة الرقيقة الكروموتوجرافية Thin layer Chromatography (اختصارًا: TLC)، مع الكشف عنها بالننهيدرن ninhydrin عند طول موجه مقدارها ٥٧٠ نانومترًا.

وتعتمد الطريقة الثانية على خاصية تفاعل المركب المسيل للدموع والثيوسلفينات مع فورمالدهيد الجليسين glycine-formaldehyde، حيث تعطى المركبات الناتجة من التفاعل لونًا ورديًا، ويمكن قياس تركيزها الكلى إسبكتروفوتومتريًا Spectrophotometry عند طول موجة مقدارها ٥٢٠ نانومترًا، أو فصلها عن بعضها بالـ TLC .

وأمكن فصل المركب المسيل للدموع ومركبات الثيوسلفينات بالهكسان وقراءة تركيزهما من درجة امتصاصهما للضوء عند طول موجى قدره ٢٥٤ نانومترًا، مع استعمال محلول قياسى من المركب المسيل للدموع ذاته - محضر صناعيًا - للمقارنة (عن Lancaster & Boland ١٩٩٠).

كما توصل Thomas وآخرون (١٩٩٢) إلى طريقة سهلة وسريعة لتقدير حرافة الأبصال تعتمد على تطبيق تفاعل الـ N-ethylmaleimide على الثيوسلفينات thiosulphinates، وقدرت كفاءة الاختبار بدراسة الارتباط بين اللون المتكون - باستعمال الـ colorimeter - ومحتوى الثيوسلفينات وتركيز حامض البيروفيك فى أنسجة البصل، حيث كان معامل الانحدار عاليًا ومعنويًا (R = ٠,٨٧١) بين الثيوسلفينات وتركيز حامض البيروفيك. وقد أمكن بهذه الطريقة التعرف على اختلافات طفيفة بين الأبصال فى درجة حرافتها؛ بما يسمح باتباعها فى تقدير الحرافة فى الأعداد الكبيرة من الأصناف والسلالات فى برامج التربية.

واستخدم Schmidt وآخرون (١٩٩٦) طريقة سريعة لاستخلاص المركب المسيل للدموع وتقديره بجهاز الكروماتوجرافى الغازى، وأوضحت النتائج أن تركيز المركب فى عصير البصل بلغ ١-٢٢ ميكرومولا/مل.

٢ - حامض البيروفيك:

يتفاعل حامض البيروفيك pyruvate - الذى يتكون إنزيميًا عند تهتك أنسجة البصل وخلاياه - مع مركب 2,4,dinitrophenyl hydrazine لتكوين مشتق أصفر اللون يمكن قياسه إسبكتروفوتومتريًا. وتتبع هذه ٣١الطريقة فى قياس قوة النكهة، حيث يوجد ارتباط بينها وبين

حامض البيروفيك المقدر بهذه الطريقة يصل فيه معامل الارتباط (r) إلى ٠,٩٧، وتلك هى أسهل طرقة لتقدير شدة النكهة والحرافة فى برامج التربية، وعند اختبار كثير من العينات، ولكن يُعاب عليها أنها تعطى تقديرًا إجماليًا لا يميز بين مختلف بادئات الطعم أو المركبات القابلة للتطاير المتكونة منها وتركيزاتها النسبية (عن Lancaster & Boland ١٩٩٠، و Wall وآخرين ١٩٩٦).

وقد وجد Wall & Corgan (١٩٩٢) ارتباطًا إيجابيًا معنويًا جدًا بين حامض البيروفيك المنتج إنزيميًا وبين النكهة المميزة للبصل، وتراوح معامل الارتباط (r) بين ٠,٧٩، و٠,٩٥ .

٣ – المركبات القابلة للتطاير:

يمكن قياس المركبات الكبريتية والكربونيلية carbonyl compounds التى تتكون لدى تهتك أنسجة البصل وخلاياه بالكروماتوجرافى الغازى، ويتم التعرف على مختلف المركبات من فترة الاستبقاء retention time، أو إسبكتروميتريًا؛ أما تركيزها فيمكن الاستدلال عليه من المساحة تحت القمة، كما فى شكل (٧-٤)، الذى يبين أهم المركبات القابلة للتطاير التى تُعزل من البصل.

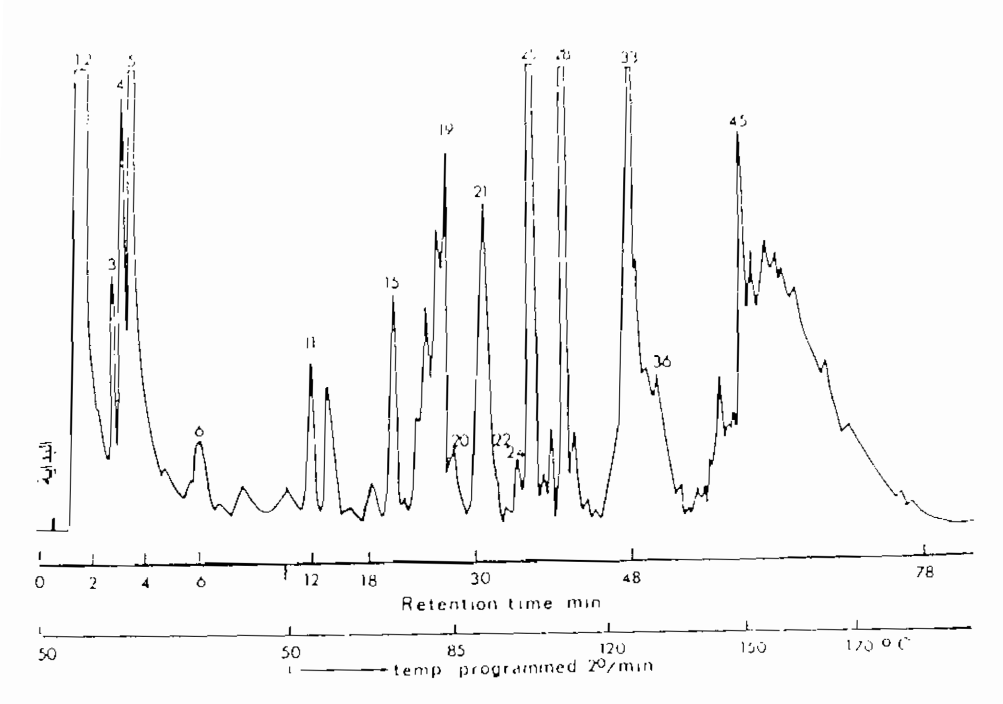
٤ – بادئات النكهة:

يعتبر تقدير بادئات النكهة وإنزيم الأليينيز alliinase الذى يعمل عليها وسيلة لتقدير قوة النكهة الكامنة؛ فمثلاً .. يمكن تقدير مركبات الـ S-Alk(en)yl-L-Cysteine Sulfoxides، وهو أمر يتطلب تحضير محاليل قياسية منها، تتضمن خطوتان: تحضير الـ thioether، ثم الأكسدة إلى sulfoxides. كذلك يتطلب تقدير هذه البادئات تثبيط نشاط إنزيم الأليينيز قبل أى خطوة أخرى. ومن بين الطرق التى اتبعت لتقدير هذه المواد البادئة استعمال جهاز تحليل الأحماض الأمينية، والـ thin layer electrophoresis، والـ thin layer chromatography.

كذلك يمكن تقدير الببتيدات peptides، وإنزيم الأليينيز alliinase، وإنزيم gamma-glutamyl transpeptidase.

ولمزيد من التفاصيل الخاصة بطرق التقدير التى أسلفنا ذكرها .. يراجع Lancaster & Boland (١٩٩٠).

ولمزيد من التفاصيل عن التركيب الكيميائى للبصل من كافة جوانب الموضوع .. يراجع Brewster & Rabinowitch (١٩٩٠)، و Fenwick & Hanley (١٩٩٠).



رقم القمة	المركب
1	Methanethiol + ethanal
2	Propanal
3	Propanethiol + 2-methylbutanal
4	Methanol + 2-methylpentanal
5	Ethanol + propanol
11	Dimethyl disulfide
15	2-Methylpent-2-enal
19	Methyl propyl disulfide
20	3,4-Dimethylthiophene
21	Methyl cis-propenyl disulfide
22	Methyl trans-propenyl disulfide
23	Dimethyl trisulfide
24	Isopropyl propyl disulfide
25	Di-n-propyl disulfide
28	Propyl cis-propenyl disulfide
33	Propyl trans-propenyl disulfide
45	Di-n-propyl trisulfide

شكل (٧-٤): الـ **gas liquid chromatogram** للمركبات القابلة للتطاير المستخلصةمن البصل.

اللون

تختلف أصناف البصل فى لون حراشيفها الخارجية. ويرجع اللون الأحمر إلى صبغات الأنثوسيانين، وهى جلوكوسيدات السيانيدين glucosides of cyanidin. أما الصبغة الصفراء فتتكون – أساسًا – من فلافونول flavonol اسمه كويرسيتين quercetin. وقد يرجع اللون البنى إلى تأكسد حامض البروتوكاتيكوك protocatechuic acid إلى مواد شبه تانينية.

وقد تمكن Fossen وآخرون (١٩٩٦) من التعرف على عدد من الأنثوسيانات فى أبصال أصناف البصل الحمراء، وهى:

3-(6"-malonyl-3"-glucosylglucoside).

3-(3",6"-dimalonylglucoside).

3-(6"-malonylglucoside).

3-(3"-malonylglucoside).

3-(3"-glucosylglucoside.

3-glucoside of cyanidin.

traces of 2 pelargonidin derivatives.

traces of 3,5-diglucosides of cyanidin and peonidin.

الرقبة السمكية

تعد الرقبة السمكية Thick Necks من العيوب الفسيولوجية الهامة التى تخفض القيمة الاقتصادية للأبصال، وتضعف قدرتها التخزينية، وتزيد من قابليتها للإصابة بأمراض المخازن التى تؤدى إلى تعفنها. تبدو أعناق الأبصال المصابة بهذه العيوب الفسيولوجية وقد تضخمت بشكل غير عادى، وقد يصل قطر العنق فى الأبصال المصابة إلى ١,٥–٢,٥ سم. وتظهر هذه الحالة فى الظروف التى تشجع على استمرار النمو الخضرى، وتكوين أوراق جديدة حتى وقت متأخر قبيل الحصاد؛ فهذه الأوراق تكون قائمة ونضرة عند الحصاد؛ ومن ثم تكون رقبة البصلة سميكة. وبالمقارنة .. فإن البصلة العادية تنضج بصورة طبيعية، ويتوقف النبات عن تكوين أوراق جديدة، وتذبل أوراق النبات بصورة تدريجية، وتضعف فى منطقة الرقبة؛ مما يؤدى إلى ميلها نحو الأرض وانكماشها بدرجة تؤدى إلى تكوين رقبة مغلقة بصورة جيدة.

وأهم العوامل التى تؤدى إلى ظهور الرقبة السميكة هى ما يلى :

١ - زيادة التسميد الآزوتى فى نهاية موسم النمو؛ مما يشجع على استمرار النمو الخضرى قبيل الحصاد.

٢ - موت أوراق النبات فى مرحلة مبكرة من النمو بفعل الإصابة بالتربس أو البياض الزغبى؛ مما يؤدى إلى استمرار تكوّن أوراق جديدة لا تنكمش عند الحصاد.

٣ - زراعة الأصناف التى تحتاج إلى نهار طويل لتكوين الأبصال فى مناطق ذات نهار قصير نسبيًا.

الأبصال المزدوجة

تعتبر الأبصال المزدوجة Double Bulbs ظاهرة وراثية؛ حيث تختلف نسبتها من صنف لآخر، ولكنها تتأثر أيضًا بعديد من العوامل الأخرى؛ فتعد بذلك من العيوب الفسيولوجية.

وأهم العوامل التى تؤدى إلى زيادة نسبة الأبصال المزدوجة هى ما يلى :

١ - زيادة مسافة الزراعة.

٢ - استعمال شتلات كبيرة الحجم فى الزراعة.

٣ - زيادة معدلات التسميد الآزوتى.

٤ - عدم انتظام الرى؛ فتزيد نسبة الأبصال المزدوجة عند تعطيش النباتات ثم ريها جيدًا.

٥ - عدم انتظام درجات الحرارة؛ إذ تزيد نسبة الأبصال المزدوجة عند تعرض النباتات لجو معتدل، ثم لجو بارد فى المراحل المتقدمة من نموها.

لفحة الشمس

يؤدى تعرض الأبصال حديثة الحصاد، أو غير الناضجة لأشعة الشمس القوية إلى إصابتها بلفحة الشمس Sunscald، وهو عيب فسيولوجى تتركز أعراضه فى موت الأنسجة فى جزء البصلة المعرض للأشعة القوية، وتصبح هذه الأنسجة بعد ذلك طرية ومنزلقة، ثم تفقد نسبة عالية من رطوبتها بالتبخير، وتصبح المنطقة المصابة جلدية وغائرة وبيضاء اللون. ويتراوح قطر منطقة الإصابة عادة من ١,٥-٤ سم. هذا .. وتحدث الإصابة بلفحة الشمس غالبًا عند

الحصاد إذا تعرضت الأبصال قبل معالجتها – وهى مازالت زائدة الرطوبة – لدرجات حرارة عالية وإضاءة قوية. وتتعرض الأبصال المصابة بلفحة الشمس للإصابة بالبكتيريا، والفطريات التى تسبب العفن فى المخازن، خاصة البكتيريا التى تسبب العفن الطرى البكتيرى.

العصفة

تظهر أعراض العصفة Blast على صورة مساحات جافة متحللة على امتداد أوجه الأوراق المواجهة للرياح القوية، التى تعمل – مع أشعة الشمس القوية – على زيادة معدل النتح بصورة غير طبيعية؛ ومن ثم إلى جفاف الأسطح الورقية المعرضة لهذه الظروف؛ مما يؤدى إلى شيخوخة الأوراق مبكرًا، وصغر حجم الأبصال المتكونة. ويفيد استعمال مصدات الرياح فى الحد من ظهور هذا العيب الفسيولوجى.

الاخضرار

تظهر أعراض الاخضرار Greening عند تعرض البصلة للضوء، سواء أكان ذلك قبل الحصاد، أم بعده، حيث يؤدى ذلك إلى تكوّن الكلوروفيل، وظهور لون أخضر فى الأنسجة المعرضة للضوء، كما تكون هذه الأنسجة مُرّة الطعم قليلاً. ولا يصاحب الاخضرار ظهور أية أعراض أخرى.

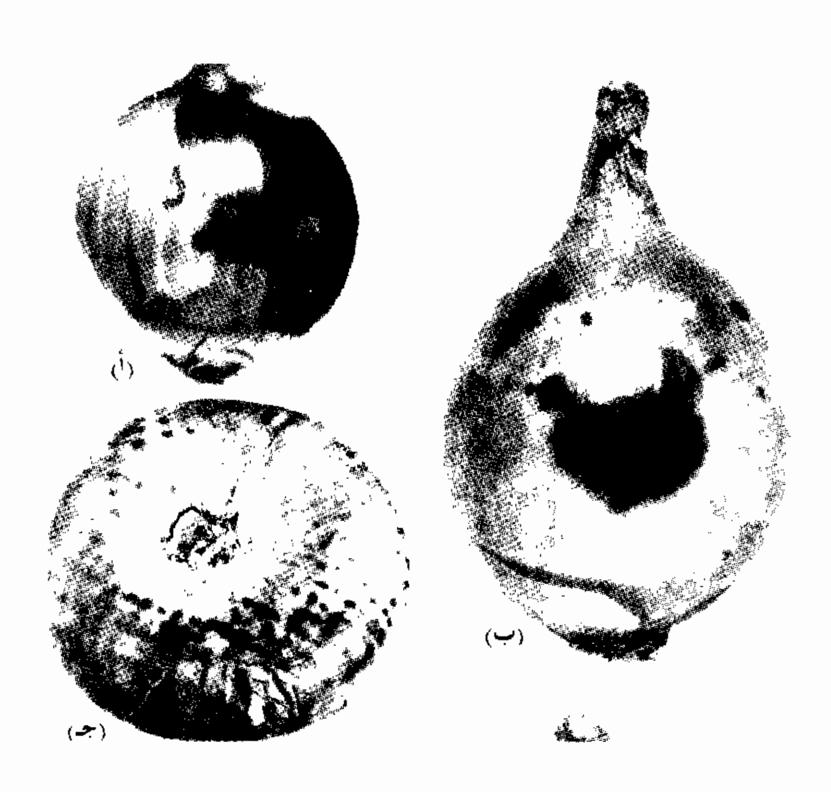
أضرار التجمد

يتجمد البصل فى درجة حرارة –١,١°م. ومع إمكانية تعرض البصل الموجود فى المخازن لدرجة حرارة تصل إلى –٣,٩°م دون أن يتجمد، إلاّ أن حدوث أقل حركة يمكن أن يؤدى إلى تجمده فى الحال. وتعرف هذه الظاهرة باسم تحت التبريد undercooling، وهى ظاهرة لا يمكن أن تحدث للبصل أثناء الشحن بسبب تعرضه للاهتزاز المستمر.

يؤدى التجمد إلى جعل الأنسجة المصابة مائية المظهر، ويتوقف مقدار الأنسجة التى تتعرض للضرر على مدة بقاء الأبصال فى درجة حرارة التجمد، فإن كانت المدة قصيرة، فإن الأنسجة الخارجية فقط هى التى تتأثر. ومع ازدياد فترة التعرض للحرارة المنخفضة نجد أن الإصابة تمتد إلى الأوراق الداخلية أيضًا. وتظهر أعراض الإصابة فى المقطع العرضى للبصلة على شكل حلقات، وذلك لأن قواعد الأوراق المكونة للبصلة تغلف بعضها بعضًا، وعندما تحدث الإصابة، فإنها تشمل كل الورقة، ثم تمتد إلى الورقة التالية، وهكذا.

أضرار التعرض لغاز الأمونيا

تتفاعل أبخرة الأمونيا المتسربة من أجهزة التبريد مع الصبغات التى توجد فى الحراشيف الخارجية للأبصال، وينتج عن هذا التفاعل تكوين صبغات لونها بنى فى الأبصال الصفراء، وأخضر قاتم ضارب إلى الاسوداد فى الأبصال الحمراء، واصفرار ضارب إلى الخضرة فى الأبصال البيضاء (شكل ٧-٥). وقد تمتد الإصابة إلى الأنسجة اللحمية الداخلية وتجعلها مائية؛ مما يفقد الأبصال قيمتها الاقتصادية.



شكل (٧-٥): (أ) أضرار الأمونيا، و (ب) و (جـ) أضرار القلويات والعبوات فى البصل.

ولاتتأثر شدة الأضرار التى تحدثها الأمونيا بدرجة حرارة التخزين، إلا أنها تزداد مع ازدياد الرطوبة النسبية. وتزداد الإصابة إذا تعرضت الأبصال لبخار الأمونيا بتركيز يقل عن ١٪ لمدة ٢٤ ساعة أو أكثر. أما فى التركيزات الأعلى من ذلك، فإن الأعراض تظهر فى خلال دقائق معدودة.

أضرار التعرض للمركبات الكيميائية التى توجد فى العبوات

تظهر أحيانًا بقع على الأبصال نتيجة لتفاعل الصبغات التى توجد فى الحراشيف الخارجية للأبصال مع أنسجة العبوات، أو مع مواد الطباعة التى يكتب بها على العبوات. وتكون هذه البقع داكنة اللون، كما يزداد ظهورها مع زيادة الرطوبة النسبية، أو عند وجود رطوبة حرة على الأبصال (شكل ٧-٥) (Ramsey & Wiant ١٩٤١).

الفصل الثامن

الحصاد، والتداول، والتخزين، والتصدير

النضج والحصاد

النضج

تتراوح المدة اللازمة لنضج البصل الفتيل من ٥-٧ أشهر من زراعة البذور، أو نحو ٣-٥ أشهر من الشتل، ويتوقف طول هذه الفترة على العوامل التالية:

١ - الصنف: تتراوح المدة من زراعة البذور إلى النضج فى الأصناف المصرية من ١٩٠ يوم فى الصنف جيزة ٦ إلى ٢٥٠ يومًا فى البصل البحيرى.

٢ - طول الفترة الضوئية: حيث تؤدى زيادتها إلى إسراع النضج.

٣ - درجة الحرارة: تؤدى زيادتها إلى إسراع النضج.

٤ - قوام التربة: فيكون النضج أسرع فى الأراضى الخفيفة.

٥ - الرطوبة الأرضية: يؤدى نقصها إلى إسراع النضج.

٦ - الآزوت، حيث يتأخر النضج مع وفرة العنصر.

يتوقف نمو الجذور والأوراق عند النضج، بينما يستمر انتقال المواد الغذائية من الأبصال الأنبوبية، ومن الساق الكاذبة إلى الأبصال، ويؤدى استمرار ذلك إلى طراوة أنسجة الساق الكاذبة، ثم ميل الأنصال الأنبوبية نحو الأرض. هذا .. ولا تنضج كل الأبصال فى الحقل فى وقت واحد، وإنما يظهر تفاوت طفيف فيما بينها. ويرجع ذلك إلى اختلاف الظروف البيئية التى تتعرض لها النباتات فى الحقل، كما قد توجد اختلافات وراثية بين نباتات الصنف الواحد فى هذا الشأن.

علامات النضج

إن أهم علامات النضج فى البصل، ما يلى:

١ - طراوة أنسجة السوق الكاذبة، وانحناء أنصال الأوراق لأسفل.

٢ - بدء جفاف المجموع الخضرى.

٣ - جفاف الجذور

مواعيد نضج البصل فى مصر

ينضج البصل فى مناطق الإنتاج المختلفة فى مصر فى المواعيد التالية:

١ - الوجه القبلى: البصل الخريفى فى ديسمبر ويناير وفبراير، والبصل الشتوى فى فبراير ومارس.

٢ - مصر الوسطى: البصل المقور فى يناير وفبراير.

٣ - الوجه البحرى: البصل الشتوى فى مايو ويونيو، والبصل الصيفى فى يونيو.

الموعد المناسب للحصاد

تحديد الموعد المناسب

يعد أنسب موعد لتقليع نباتات البصل هو عندما تميل أوراق نحو ٥٠٪ من النباتات لأسفل، ومع ذلك فالحصاد يجرى عادة عندما تميل أوراق من ١٠٪ إلى ١٠٠٪ من النباتات. ويتأثر الموعد المناسب للحصاد إلى حد كبير بدرجة الحرارة السائدة وقت الحصاد؛ فعندما تكون درجة الحرارة مرتفعة يمكن الحصاد عند ميل نحو ٢٥٪ من الأوراق لأسفل، وعند يكون الجو باردًا يفضل الانتظار لحين ميل نحو ٥٠٪ من الأوراق، وأحيانًا لحين ميل كل الأوراق.

وقد وجد Wall & Corgan (١٩٩٤) أن أفضل وقت للحصاد كان عند رقاد أوراق ٨٠٪ من النباتات، وأدى تأخير الحصاد عن تلك المرحلة إلى زيادة وزن البصلة، ولكن ذلك كان مصاحبًا بنقص فى صلابتها، وزيادة فى نسبة الإصابات المرضية عند الحصاد، وخلال الأسبوعين التاليين لذلك.

تأثير موعد الحصاد على محصول الأبصال وصلاحيتها للتخزين

تقل صلاحية الأبصال للتخزين - بزيادة سرعة تزريعها - إذا أجرى الحصاد قبل ميل أوراق ٥٠٪ من النباتات إلى أسفل، أو بعد ميل أوراق أكثر من ٨٠٪ منها، وذلك فى المناطق الباردة الرطبة. أما فى المناطق الجافة الحارة فإن أفضل وقت للحصاد يكون بعد تدلى أوراق جميع

النباتات تقريبًا. ويرتبط تأثير موعد الحصاد على سرعة التزريع بما تحتويه الأوراق من مانعات للنمو يتم انتقالها من أنصال الأوراق إلى قواعد الأوراق المتشحمة فى البصلة أثناء نضجها (عن Brewster ١٩٩٤).

أوضحت عديد من الدراسات أن محصول الأبصال يزداد بنحو ٣٠٪ إلى ٤٠٪ ما بين فترة بداية تدلى أوراق بعض النباتات إلى وقت شيخوخة جميع أوراق النباتات وفقدها للونها الأخضر. ومع تأخير الحصاد تصبح رقبة البصلة أقل سمكًا، ولكن تزداد فى الوقت ذاته نسبة الأبصال التى تتشقق حراشيفها الخارجية؛ مما يعرض هذه الحراشيف للانفصال بسهولة أثناء التداول والتخزين. ولذا .. فإن الوقت الذى يناسب حصاد الأبصال وهى على درجة عالية من القدرة التخزينية هو عندما تكون الأوراق قائمة جزئيًا، وقبل الوقت الملائم للحصول على أعلى محصول بوقت طويل.

كذلك أوضحت دراسات Fustos وآخرون (١٩٩٤) على خمسة أصناف من البصل أن الحصاد المبكر قبل رقاد أوراق ١٠٠٪ من النباتات أدى إلى زيادة قدرتها على التخزين، وتقليل الفقد أثناء التخزين إلى درجة تعويض النقص فى المحصول - الناتج عن الحصاد المبكر - وزيادة. وأدى قطع أنصال الأوراق قبل اكتمال جفافها إلى زيادة نسبة الإصابة بالأعفان أثناء التخزين. ولعبت الحراشيف الخارجية الجافة دورًا أساسيًا فى زيادة القدرة التخزينية، وفى استمرار حالة السكون. وقد ظلت الأبصال ساكنة لفترة أطول عندما كان تخزينها فى حرارة ٥°م، أو ٢٥°م، مقارنة بما كان عليه الحال عندما كان تخزينها فى درجات الحرارة الوسطية.

مساوئ تبكير الحصاد

تتركز أهم مساوئ التبكير فى الحصاد عن الموعد المناسب فى عدم اكتمال انتقال المواد الغذائية من الأنصال الأنبوبية، والسوق الكاذبة إلى الأنصال، مما يؤدى إلى نقص المحصول، كما أن التقليع المبكر تصاحبه زيادة فى نسبة الرطوبة فى الأبصال مما يتطلب فترة أطول لإجراء عملية العلاج التجفيفى. وتكون الصفات التخزينية لهذه الأبصال رديئة؛ فتقل قدرتها على التخزين، وتصاب بالأمراض بسهولة، وتكون أعناقها سميكة وصلبة، وتتعرض للتزريع أثناء التداول والتخزين.

مساوئ تأخير الحصاد

إن مساوئ تأخير الحصاد عن الموعد المناسب، هى كما يلى:

١ - تكوين جذور جديدة؛ فتقل جودة الأبصال.

٢ - زيادة فرصة تعرُّض الأبصال للإصابة بلفحة الشمس.

٣ - فقد الأبصال لحراشيفها الخارجية، خاصة عند تكوّن الندى، أو عند سقوط الأمطار؛ مما يؤدى إلى ضعف قدرتها على التخزين، وزيادة قابليتها للإصابة بالأمراض، وخاصة العفن الأسود وعفن القاعدة.

٤ - تهشم أعناق الأبصال الجافة؛ فتصبح مفتوحة ومعرضة للإصابة بالأمراض.

عملية الحصاد ومتطلباتها

تتوقف الطريقة التى تتبع فى حصاد البصل ومعالجته على الظروف البيئية السائدة وقت الحصاد. ففى المناطق الحارة الجافة يمكن معالجة البصل وتعبئته فى الأجولة فى الحقل. أما فى المناطق الباردة الرطبة فإن البصل يُحْصَد آليًا، ثم يجفف ويهوّى صناعيًا.

الطريقة التقليدية للحصاد

تجرى الطريقة التقليدية لحصاد البصل بجذب الأبصال من التربة - أو تقطيع جذورها - ثم وضع النباتات فى "مراود" windrows على التربة لحين جفافها وتمام علاجها. وفى المناطق التى تشتد فيها أشعة الشمس تلزم حماية الأبصال من الإصابة بلسعة الشمس، وذلك بتغطية الأبصال بالأوراق خلال فترة وضعها فى المراود، وإلا أدت أشعة الشمس القوية إلى موت الأنسجة المتشحمة الخارجية، وتشويه شكل الأبصال، وتهيئتها لاحتمالات الإصابة بالأعفان. وتترك النباتات فى المراود - عادة - لمدة أسبوع واحد أو أسبوعين، قبل تقطيع أوراقها وتعبئة الأبصال فى الأجولة. ويفيد إجراء العلاج بهذه الطريقة فى زيادة محتوى الأبصال من المواد الصلبة الذائبة الكلية.

أما إذا كانت الأبصال مكتملة التكوين وأصبحت أعناقها شبه جافة وطرية، فإن يمكن فى المناطق الجافة تقطيع الأوراق عند جذب النباتات من التربة، ثم ترك الأبصال فى مراود حقلية، أو مرصوصة فوق بعضها البعض فى الحقل، حتى يكتمل جفاف أعناقها.

طريقة الحصاد فى المناطق الباردة الرطبة

يتم حصاد حقول البصل فى المملكة المتحدة وهولندا عند ميل أوراق نحو ٥٠٪-٨٠٪ من النباتات إلى أسفل - وذلك بجزّ الأوراق (كما يجز النجيل) وإزالتها من الحقل آليًا. وإذا

كان الجو صحوًا فإن الأبصال تترك فى مكانها فى الحقل لعدة ساعات حتى تجف أعناقها جزئيًّا. ويلى ذلك تقطيع الجذور من أسفل الأبصال - وهى فى التربة - آليًّا كذلك - ثم ترفع الأبصال إلى عربة مقطورة. ويتم فى هذه المرحلة - أو أثناء نقل الأبصال إلى التخزين بحالة سائبة - التخلص من الأحجار، وكتل التربة، والنباتات الأخرى التى قد تكون مختلطة بالأبصال.

وفى المخازن توضع الأبصال على أرضية من شرائح ضيقة لعمق ٣,٥-٤ أمتار. وتتم التهوية والتجفيف معًا بدفع تيار من الهواء خلال الأبصال تتراوح حرارته بين ٢٥ و٣٠°م، ورطوبته النسبية بين ٢٥٪ و ٣٥٪، وذلك بمعدل ٤٢٥م³/ساعة/طن من البصل؛ لأجل إزالة الرطوبة السطحية سريعًا، وتجفيف أعناق الأبصال؛ الأمر الذى يفيد فى عدم اكتساب حراشيف الأبصال لونًا داكنًا، وفى عدم تعفن أعناقها.

وبعد جفاف الأبصال سطحيًّا - بحيث يعطى احتكاك الحراشيف ببعضها بعضًا خشخشة مسموعة - فإن الهواء المدفوع خلال الأبصال يمكن إعادة دفعة من جديد، مع خلطة بالهواء الخارجى بالقدر الذى يكفى للمحافظة على رطوبته النسبية أقل من ٧٥٪. ويفيد استمرار التجفيف البطئ على ٢٥-٣٠°م، مع ٧٠٪-٧٥٪ رطوبة نسبية فى جعل أعناق الأبصال مكتملة الجفاف وحراشيفها جيدة اللون، ويستغرق ذلك - عادة - بين ١٠ و ١٥ يومًا. وتجدر الإشارة إلى أن تعريض الأبصال لحرارة تزيد عن ٢١°م يؤدى إلى زيادة دكنة لون حراشيف البصل، وأن شدة الدكنة تزداد بزيادة الارتفاع فى درجة الحرارة؛ ولذا .. فإن التجفيف على حرارة ٢٥-٣٠°م يفيد - خاصة - مع الأصناف ذات الأبصال الفاتحة اللون، التى تكتسب لونًا بنيًّا مصفرًا عقب تجفيفها.

وعند اكتمال جفاف أعناق الأبصال يتم خفض الحرارة سريعًا باستعمال هواء بارد من الجو الخارجى ليلاً، ثم يحافظ على الحرارة منخفضة أثناء تخزين الأبصال بعد ذلك، ولكن مع مراعاة ألاّ تصل إلى درجة التجمد (عن Brewster ١٩٩٤).

طرق الحصاد فى كاليفورنيا

تتوقف الإجراءات التى تتبع قبل الحصاد، وأثناءه، وبعده فى كاليفورنيا على الغرض من الزراعة وطريقة الحصاد كما يلى (عن Voss ١٩٧٩):

١ - بالنسبة لأبصال التجفيف .. تجب مراعاة ما يلى:

(أ) يوقف الرى عند ظهور بوادر ميل الأوراق لأسفل، على ألا يتأخر ذلك عن المرحلة التى تميل فيها ١٠٪ من الأوراق.

(ب) تقطع النموات الخضرية بآلة ذات أسلحة دوارة بمجرد جفاف التربة، وميل كل النموات النباتية وجفافها.

(جـ) تترك الأبصال فى التربة للعلاج الحقلى مدة ٥-١٠ أيام، ويمكن تغطية الأبصال المكشوفة بالتربة حتى لا تتعرض للإصابة بلفحة الشمس.

(د) تقطع جذور النباتات آليًّا من تحت الأبصال بنحو ٢,٥-٥ سم، ويجرى الحصاد آليًّا.

(هـ) تنقل الأبصال بعد ذلك إلى الشاحنات، ثم إلى مصانع التجفيف.

وتجدر الإشارة إلى أن حقول أبصال التجفيف تكون زراعتها كثيفة وتكون رقاب أبصالها صغيرة؛ مما يساعد على سرعة إتمام عملية العلاج.

٢ - بالنسبة لأبصال التسويق الطازج التى تحصد يدويًّا .. تجب مراعاة ما يلى:

(أ) يوقف الرى مع بداية ميل الأوراق لأسفل، على ألا يتأخر ذلك عن المرحلة التى يميل فيها ٢٥٪ من الأوراق، ويتوقف ذلك على سعر البصل بالأسواق.

(ب) تقطع جذور النباتات آليًّا من تحت الأبصال بنحو ٢,٥-٥ سم.

(جـ) تجذب النباتات يدويًّا، ثم تقطع النموات الخضرية والجذور، وتعبأ فى أجولة.

(د) تترك الأبصال بالأجولة فى الحقل لحين علاجها، ويستغرق ذلك مدة تتراوح من ٣-١٤ يومًا حسب درجة الحرارة.

(هـ) يشحن البصل وهو فى نفس الأجولة، أو يُفرَّغ فى الشاحنات، أو يُدرَّج إلى أحجام، ثم يعبأ ثانية.

٣ - بالنسبة لأبصال التسويق الطازج التى تحصد آليًّا تجب مراعاة ما يلى:

(أ) يوقف الرى مع بداية ميل الأوراق لأسفل، على ألا يتأخر ذلك عن المرحلة التى يميل فيها ٢٥٪ من الأوراق.

(ب) تقطع النموات الخضرية بآلة ذات أسلحة دوارة، وتقطع جذور النباتات تحت الأبصال بنحو ٢,٥-٥ سم، ويجرى الحصاد فى عملية واحدة.

(جـ) تنقل الأبصال إلى مكان مناسب للتخلص مما قد يكون متروكًا بها من جذور أو نموات خضرية.

(د) يجرى العلاج التجفيفى للأبصال وهى فى أوعية كبيرة تسمح بتخلل الهواء فيها بحرية، ويكون ذلك إما فى الحقل، أو فى محطة التعبئة، أو فى المخازن.

(هـ) تنقل الأبصال بعد ذلك إلى محطات التعبئة للتدريج والتعبئة.

هذا .. وقد تُقلّع الأبصال بنمواتها الخضرية، ثم تترك فى الحقل وهى مكوّمة فى خطوط (Windrows) بطريقة تسمح بتغطية الأبصال بالعروش، حتى لا تتعرض للإصابة بلسعة الشمس، وتترك النباتات على هذا الوضع لحين جفاف الأوراق، وهو الأمر الذى يتطلب من ٣-١٤ يومًا حسب درجة الحرارة. وتحتوى الأبصال التى تقلّع بهذه الطريقة على نسبة أعلى من المادة الجافة عن مثيلاتها التى تزال منها النموات الخضرية قبل الحصاد. وربما يرجع ذلك إلى أن الأبصال التى تقلّع بنمواتها تفقد كميات أكبر من الماء، كما قد تنتقل إليها المواد الغذائية من الأوراق قبل جفافها. وتقطع الأوراق بعد جفافها إما يدويًا، وإما آليًّا، ويترك فقط من ١,٥-٢,٥ سم من أعناق الأوراق للمساعدة فى غلق أعناق الأبصال جيدًا، فلا تتعرض للإصابة بأمراض العفن.

العلاج التجفيفى

يقصد بالعلاج التجفيفى، أو المعالجة، أو (التسميط) Curing العملية التى تجرى بغرض التخلص من الرطوبة الزائدة فى الأبصال، مع تجفيف رقبة البصلة وحراشيفها الخارجية. وهى عملية ضرورية لا غنى عنها فى حالة تخزين المحصول، أو شحنه لمسافات بعيدة، أو حتى فى حالة إعداده للتسويق الطازج، وذلك لأن المعالجة تقلل من فرصة الإصابة بالأمراض وخاصة مرض عفن الرقبة.

وتعتبر عملية المعاجلة مكتملة عندما تصبح رقبة البصلة تامة الالتئام وحراشيفها الخارجية تامة الجفاف، بحيث إنها تعطى صوتًا مميزًا عند احتكاكها ببعضها البعض. وتصل الأبصال إلى هذه الحالة بعد أن تفقد من ٣٪-٥٪ من وزنها.

المعالجة فى الحقل

تجرى عملية العلاج التجفيفى فى مصر بعد الحصاد مباشرة، وهو الذى يجرى عند رقاد

عروش حوالى ٥٠٪ من النباتات بالحقل. وتتم المعالجة بنقل النباتات إلى مكان هاوٍ مظلل، حيث توضع فوق بعضها البعض بارتفاع نصف متر فى (مراود)، مع تغطية الأبصال بأوراق النباتات حتى لاتتعرض للإصابة بلفحة الشمس، وتترك الأبصال على هذا الوضع لمدة ٢-٣ أسابيع، ويقوم المزارعون بقطع المجموع الخضرى والجذرى بعد الحصاد مباشرة، ثم تترك الأبصال (منشورة) على هيئة (مسطاح) لبضعة أيام وهى معرضة للشمس، ولكن لا ينصح بزيادة مدة التعريض للشمس لأكثر من يومين حتى لاتصاب الأبصال بلفحة الشمس.

كما يقوم بعض مزراعى الوجه القبلى بمعالجة البصل بطريقة التسميط، وهى طريقة تتضمن المعالجة، مع التخزين المؤقت إلى أن تتحسن الأسعار. ويجرى ذلك بوضع النباتات رأسية ومتجاورة فى صفوف (مراود) مستطيلة ضيقة فى جزء من الحقل، وتغطى جوانب المراود بالتراب، مع الحرص على تغطية كل الأبصال الظاهرة، وترك المجموع الخضرى معرضًا للشمس والهواء. وتترك النباتات على هذا الوضع إلى أن يجف المجموع الخضرى، أو إلى أن تتحسن الأسعار، حيث يزال التراب، ثم تقطع الأوراق والجذور.

تتوقف فترة العلاج التجفيفى على الظروف الجوية السائدة وقت الحصاد. ونظرًا لجفاف الجو، وارتفاع درجة الحرارة أثناء وقت الحصاد فى مصر؛ لذا .. فإن عملية المعالجة لاتستغرق أكثر من ٢-٣ أسابيع، إلا أن هذه الفترة تزداد إلى ٤ أسابيع فى المناطق الأكثر برودة، أو الأكثر رطوبة. وقد يتطلب الأمر تعبئة البصل فى أجولة واسعة المسام، ثم يترك فى مخازن يمر فيها تيار من الهواء الدافئ الذى تبلغ حرارته ٤٨°م لمدة ١٦ ساعة، وذلك إن لم تسمح الظروف الجوية بإجراء عملية المعالجة.

وتبدأ عملية العلاج التجفيفى فى كاليفورنيا قبل الحصاد، وذلك بمنع الرى (وهو الإجراء الذى يتبع فى مصر أيضًا)، وتقطيع الجذور تحت الأبصال؛ مما يؤدى إلى الإسراع بعملية المعالجة، كما أن ترك البصل فى الحقل بعد تقليعه هو فى واقع الأمر عملية معالجة، ومن المعالجة كذلك أن يترك البصل فى الحقل فى أجولة، أو فى عبوات كبيرة جيدة التهوية، ويعد ذلك كله كافيًا إذا كانت الظروف الجوية من حرارة ورطوبة مناسبة لإجراء هذه العملية.

وقد قارن Pandey وآخرون (١٩٩٢) طرقًا مختلفة لعلاج البصل وتخزينه تضمنت: التخزين بدون معالجة، والمعالجة فى الشمس لمدة ١٣ يومًا بعد الحصاد قبل قطع النموات الخضرية أو بعده، والمعالجة فى مجففات شمسية لمدة ١٠ أيام على حرارة ٣٠-٣٦°م قبل

قطع النموات الخضرية - كذلك - أو بعده، وذلك قبل التخزين - بالنموات الخضرية الجافة، أو بدونها - في الظل - تحت ظروف الجو العادى لمدة ٤ شهور. وقد أعطت معاملة المعالجة فى الشمس بالنموات الخضرية ثم التخزين بالنموات الخضرية أقل نسبة فقد بسبب التزريع، وأقل نسبة فقد كلى، والتى بلغت فى هذه الدراسة ٥٠,٤٧٪ بعد ٤ شهور من التخزين.

المعالجة فى المخازن

إذا أجرى الحصاد قبل إجراء عملية العلاج، ثم نقلت الأبصال من الحقل قبل معالجتها بسبب ارتفاع الرطوبة الجوية، أو انخفاض درجة الحرارة وقت الحصاد، فإنه لابد فى هذه الحالة من إجراء عملية العلاج التجفيفى، وذلك بدفع تيار من الهواء الدافئ خلال الأبصال. ويمكن أن تتحمل الأبصال درجة حرارة تصل إلى ٤٦ أو ٤٧°م لمدة ١٢-١٤ ساعة دون أن يحدث لها أى ضرر. وتجرى المعالجة بدفع تيار من الهواء تتراوح حرارته بين ٣٢°م و٣٥°م، بمعدل ١-٢م٣ فى الدقيقة لكل متر مكعب من حيز المخزن، ويستمر ذلك لمدة ١-١٤ يومًا حسب درجة نضج الأبصال عند بدء العلاج. وإن لم تكن درجة حرارة الهواء مرتفعة إلى هذا الحد، فإنه يمكن إسراع عملية المعالجة بزيادة السرعة التى يدفع بها الهواء فى المخزن.

ويستحسن أن تتراوح الرطوبة النسبية للهواء المستخدم من ٦٠٪-٧٠٪، وذلك لأن الرطوبة النسبية الأقل من ذلك تجعل الحراشيف رديئة اللون، وتؤدى إلى فقد نسبة كبيرة منها، بينما تؤدى الرطوبة النسبية الأعلى من ذلك إلى بطء عملية التجفيف، وزيادة فرصة الإصابة بالأمراض.

ويمكن أن تجرى عملية المعالجة بهذه الطريقة، بينما يكون البصل معبأ فى عبوات كبيرة جيدة التهوية، أو موضوعًا على شكل أكوام فى المخزن.

عمليات الإعداد للتسويق

تعتبر عملية الفرز من أهم عمليات إعداد البصل للتسويق. وهى تبدأ عند الحصاد، حيث يسهل حينئذ فرز واستبعاد الأبصال الحنبوط (أى ذات الحامل النورى)، كما يستمر الفرز أيضًا بعد المعالجة الحقلية، وأثناء تعبئة المحصول قبل التسويق؛ إذ يتم التخلص من

الحراشيف الخارجية المتدلية، والتراب، وكتل الطين المختلطة بالأبصال، حتى تصبح براقة ونظيفة، ويلى ذلك إجراء العمليات التالية:

١ - تفرز الأبصال (الحنبوط)، وتوضع جانبا ليكون تسويقها مستقلاً عن باقى المحصول.

٢ - يجرى تقطيع أعناق الأبصال بسكين، بحيث يكون القطع فى المنطقة الرخوة، على أن يترك من العنق من ١,٥-٢,٥ سم، وذلك لأن التقطيع الجائر يؤدى إلى تحليق الأبصال، وقطع جزء منها، وتعرضها للإصابة بالأمراض والحشرات، والتلف أثناء التداول، بينما يعتبر ترك أعناق طويلة نوعًا من الغش التجارى يسئ إلى الصفات التصديرية للأبصال.

٣ - تقطع الجذور أيضًا مع الأعناق فى عملية واحدة.

٤ - يتم أثناء ذلك فرز الأبصال بحيث تُستبعدْ منها جميع الأبصال غير المرغوب فيها، وهى التى تندرج ضمن الفئات التالية:

(أ) الأبصال المزدوجة المقفولة doubles، أو (الصندوق).

(ب) الأبصال المزدوجة المفتوحة splits .

(جـ) الأبصال المخالفة للون الصنف، مثل: البيضاء (الشامية)، والحمراء (الصهبة).

(د) الأبصال ذات الأعناق السميكة thitknecks.

(هـ) الأبصال التى كونت شمراخًا زهريًا (الحنبوط).

(و) الأبصال غير المنتظمة الشكل.

(ز) الأبصال المتأثرة بالرطوبة الأرضية (الساخنة) أو (العرقانة).

(حـ) الأبصال المصابة بلفحة الشمس (المسلوقة).

(ط) الأبصال التى بدأت فى الإنبات (المزرّعة).

(ى) الأبصال المقطوعة والمجروحة والمقشورة.

(ك) الأبصال غير التامة النضج (الخضراء).

(ل) الأبصال المسحوبة (البلحة).

(م) الأبصال المصابة بالأمراض، والأبصال المتعفنة.

٥ – تنشر باقى الأبصال بعد ذلك فى الحقل فى طبقة رقية (مسطاح) لمدة يومين فى الشمس، حتى يكتمل جفاف الأعناق وقفلها (وهو ما يعرف بالتشميع)، وحتى تأخذ الأبصال لونها الجيد.

٦ – تعبأ بعد ذلك الأبصال الجيدة فى الأجولة المخصصة للبصل، بحيث لا تكون ناقصة حتى لاتتعرض للتقشير، ولا تكون مكبوسة بحيث لا تتعرض للاحتكاك الشديد أثناء التداول.

٧ – قد تجرى عملية التدريج قبل التعبئة .. وسوف يناقش هذا الأمر فى نهاية هذا الفصل تحت موضوع التصدير.

ومن أهم مميزات عمليتى الفرز والتدريج، ما يلى:

(أ) سهولة تحديد الأسعار حسب الرتب والحجم.

(ب) زيادة صلاحية الأبصال للتخزين.

(جـ) خفض تكاليف التعبئة والشحن باستبعاد الأبصال غير الصالحة للتسويق.

(د) يمكن خلط الأبصال المتشابهة فى الرتبة والحجم عند الشحن أو التصدير.

هذا .. ويعطى Seelig (١٩٧٠ و ١٩٧٤) مواصفات الرتب التجارية الرسمية لكل من بصل الرؤوس، والبصل الأخضر فى الولايات المتحدة.

العوامل المؤثرة فى القدرة التخزينية للأبصال

تتأثر القدرة التخزينية للأبصال بعديد من العوامل، نذكر منها ما يلى:

١ – معدلات التسميد أثناء إنتاج المحصول:

تنخفض صلاحية الأبصال للتخزين بزيادة معدلات التسميد الآزوتى وبنقص معدلات التسميد البوتاسى (Jitendra Singh & Dhankhar ١٩٩١، و El-Gizawy وآخرون ١٩٩٣)، وعند التسميد بالنيتروجين خلال مرحلة اكتمال تكوين الأبصال (عن Kopsell & Randle ١٩٩٧).

٢ – معدلات الرى:

تقل قدرة الأبصال على التخزين بزيادة مياه الرى، وخاصة قرب انتهاء مرحلة اكتمال تكوين الأبصال.

٣ – طريقة الحصاد:

تزداد القدرة على التخزين إذا أجرى الحصاد عند رقاد أوراق ٥٠٪–٨٠٪ من النباتات، مقارنة بإجراء الحصاد عند مراحل الرقاد الأقل، أو الأكثر تقدمًا عن ذلك.

وتنخفض القدرة على التخزين فى حالة قطع الجذور بعد الحصاد مباشرة، أو قطع الأوراق قبل جفاف أعناق الأبصال.

٤ – المعالجة:

سبقت مناقشة هذا الموضوع بالتفصيل.

٥ – التعرض للرطوبة الحرة (الماء):

إذا ابتلت حراشيف الأبصال بعد الحصاد فإن ذلك قد يعرضها لنمو الفطريات عليها، وخاصة فطر *Botrytis cinerea*، الذى يؤدى إلى اكتسابها لونًا داكنًا غير مرغوب فيه. وتؤدى ملامسة الأبصال – عند ابتلالها – لأوراق متحللة إلى ازدياد هذه الحالة سوءًا.

كذلك يؤدى تعرض قاعدة البصل للرطوبة إلى تحفيز التجذير؛ الذى يحفز – بدوره – تبرعم الأبصال. ولذا .. فإن سقوط الأمطار على الأبصال المكتملة التكوين – قبل حصادها أو بعده – يفقدها رونقها، وتؤثر سلبيًا على صلاحيتها للتخزين.

٦ – الأضرار الفيزيائية:

تحدث الأضرار الفيزيائية نتيجة لعدم العناية بتداول البصل أثناء الحصاد وبعده، حيث يمكن أن تُجرح الأبصال أثناء الحصاد، ويمكن أن تُخدش بالاحتكاك الشديد مع الأجسام الصلبة أثناء عمليات التداول، أو بفعل ثقل الأبصال العليا على الأبصال السفلى عند تخزين البصل بارتفاعات تزيد عن ثلاثة أمتار. تؤدى مختلف الجروح والخدوش إلى فقد الحراشيف الخارجية، وزيادة الفقد الرطوبى من الأبصال، وزيادة معدل التنفس وسرعة التزريع، كما قد تؤدى إلى زيادة احتمالات الإصابة بالأعفان.

وقد أدى تجريح الأبصال ميكانيكيًّا بعد معالجتها (مثل إسقاطها على سطح صلب من ارتفاع ٨٠ سم، أو قطعها عموديًّا بعمق حوالى ٥ مم) إلى زيادة نسبة الفقد – بعد ٥ شهور من التخزين على حرارة ٢٤±٢°م، ورطوبة نسبية من ٤٠٪ إلى ٥٠٪ – بمالا يقل عن الضعف مقارنة بمعاملة الكنترول التى لم تجرح فيها الأبصال (Yoo & Pike ١٩٩٥).

٧ – فقد الحراشيف الجافة الخارجية:

تفقد بعض الأصناف حراشيفها الخارجية الجافة بسهولة، كما تتشقق حراشيف بعضها الآخر، ويؤدى ذلك الى تدهور مظهر الأبصال وقيمتها التسويقية. كما يؤدى فقد الحراشيف إلى مضاعفة معدل الفقد فى الوزن، وتحفيز التزريع.

ويبدأ فقد الحراشيف الخارجية الجافة بتشققها نتيجة لسوء التداول فى أى مرحلة من مراحل الحصاد والإعداد أو التسويق، ويلى ذلك انفصال الحراشيف جزئيًا أو كليًا. كذلك يحدث الفقد نتيجة للتغيرات التى تحدث فى شكل الأبصال بسبب التجذير الداخلى وما يصاحبه من نمو فى الساق القرصية، واختراق الجذور لقواعد الحراشيف.

٨ – الصنف:

تختلف الأصناف فى قدرتها التخزينية، ويكون مرد ذلك إلى اختلافها فى فترة سكون أبصالها، وفى سرعة فقدها للرطوبة، وفى مدى قابليتها للإصابة بالأمراض، وفى محتواها من المادة الجافة والسكريات.

وقد وجدت علاقة جوهرية موجبة بين نسبة المادة الجافة فى مختلف أصناف البصل وبين قدرتها على التخزين، وكانت هذه القدرة أعلى عند زيادة نسبة السكريات غير المختزلة إلى السكريات المختزلة.

كما وجد Rutherford & Whittle (١٩٨٤) علاقة موجبة بين محتوى الأبصال من الفراكتوز عند الحصاد وبين قدرتها على التخزين، وعلاقة أخرى سالبة بين وزن البراعم (مبادئ الأوراق والحراشيف الداخلية) والقدرة على التخزين. كما ارتبط نشاط إنزيم الانفرتيز alkaline invertase إيجابيًا مع القدرة على التخزين. وقد تمكن الباحثان من التنبؤ بفترة التخزين من تقديرات محتوى الأبصال من الفراكتوز عند الحصاد.

وسائل زيادة القدرة التخزينية للأبصال

إن أهم الوسائل التى تتبع لزيادة القدرة التخزينية للأبصال، هى:

١ – إجراء عملية الحصاد فى المرحلة المناسبة من النضج، وبصورة سليمة.

٢ – إجراء عملية العلاج التجفيفى بصورة جيدة.

٣ – تداول الأبصال بحرص وفرزها بعناية لاستبعاد المصابة منها بالأمراض.

وإلى جانب ذلك، فإن زيادة القدرة التخزينية للبصل يمكن أن تتحقق من خلال واحدة أو أكثر من المعاملات التالية:

المعاملة بالهواء الساخن

وجد Thamizharasi & Narasimham (١٩٩٣) أن تعريض الأبصال لتيار من الهواء بلغت حرارته ٤٧–٥٠°م لمدة ٢–٤ ساعات قبل تخزينها على حرارة ٢١±١°م لمدة ٤–٥ شهور أدى إلى نقص نسبة الإصابة بالأعفان إلى ٢,٨٪ فقط، وكان تأثير المعاملة قويًّا فى الحد من الإصابة بالفطر *Aspergillus niger*. ولم تكن لهذه المعاملة تأثيرات ضارة على الأبصال، بينما أضيرت الأبصال التى تعرضت لتيار من الهواء بلغت حرارته ٨٠°م لمدة ٣٠ دقيقة، أو ٦٠°م لمدة ساعة.

التبخير بالكبريت

أدى تبخير البصل بالكبريت بمعدل جرامين لكل كيلو جرام من الأبصال إلى تقليل الفاقد الناتج عن الإصابات المرضية (معبرًا عنه بالوزن) أثناء التخزين جوهريًّا، وذلك مقارنة بعدم المعاملة (الكنترول)، أو مقارنة بالمعاملة ببعض المبيدات الفطرية أو البكتيرية، وهى: المانكوزب (٠,٢٥٪)، والكربندازيم (٠,١٪)، والكبتان(٠,٢٪)، والإستربتوسيكلين (٠,٠٥٪) (Padule وآخرون ١٩٩٦).

المعاملة بالإشعاع

تؤدى المعاملة بأشعة جاما إلى منع انقسام الخلايا فى القمة النامية للبصلة، ومنع تزريعها، مثلما يحدث عند المعاملة بالماليك هيدرازيد. وتتراوح الجرعة المناسبة من التعرض للإشعاع بين ٢٠ و ١٥٠ Gy (الـ Gray الواحدة (Gy) = ١٠٠ راد Rad). ولاتحدث الجرعة فى هذا المدى أى تأثير على طعم الأبصال أو محتواها من المركبات الغذائية، ولكن الجرعات الأعلى كثيرًا عن ذلك يمكن أن تقلل محتوى الأبصال من المركبات المسئولة عن النكهة المميزة.

ولكى تكون المعاملة بالإشعاع فعّالة فإنها يجب أن تجرى بعد الحصاد مباشرة خلال فترة سكون الأبصال. ويؤدى التأخير فى إجراء المعاملة إلى ضعف كفاءتها؛ نظرًا لأن البراعم تكون

قد نمت داخليًا. وتتوقف الفترة التى يمكن أن تمر قبل المعاملة على الصنف وفترة سكونه، ودرجة حرارة التخزين التى يوضع فيها البصل لحين معاملته، وهى تتراوح بين شهر واحد وثلاثة شهور.

وقد وجد El-Gizawy وآخرون (١٩٩٣) أن معاملة البصل صنف جيزة ٢٠ بجرعة مقدارها ٤، أو ٦، أو ٨ كيلو راد krad من أشعة جاما أدت إلى منع التزريع كلية أثناء التخزين لمدة ٩ شهور فى ظروف تخزينية تذبذبت فيها الحرارة بين ١٢ و ٣٧ْم، والرطوبة النسبية بين ٣٥٪ و ٨٦٪.

وقد لوحظ فى كثير من حالات المعاملة بالإشعاع ظهور تلون قاتم فى أنسجة البصلة قريبًا من القمة النامية بعد أسابيع قليلة من المعاملة. ويمكن التغلب على هذه المشكلة بتخزين الأبصال – بعد معاملتها بالإشعاع مباشرة – على حرارة صفر-٥ْم. وبينما تعود هذه الحالة إلى الظهور بعد عدة أسابيع من نقل البصل إلى درجة الحرارة العادية، فإنها لاتظهر إذا استهلك البصل فى خلال شهر واحد من إخراجه من المخازن المبردة (عن Brewster ١٩٩٤).

لوحظ كذلك أن المعاملة بالإشعاع تُحدث فى البصل والثوم نقصا مؤقتًا فى قوة النكهة المميزة والطعم، والمركب المسيل للدموع، ولكن هذا التأثير سرعان ما يختفى وتعود الأبصال إلى قوة نكهتها الطبيعية. ويبدو أن مرد ذلك إلى ما قد تحدثه معاملة الإشعاع من تأثيرات ضارة على إنزيم الأليينيز، الذى سريعًا ما يتكون من جديد – وبتركيزه الطبيعى – بعد فترة قصيرة من التخزين (عن Fenwick & Hanley ١٩٩٠).

وقد وجد Kobayashi وآخرون (١٩٩٤) أن تعريض البصل لجرعة قدرها ٠,٢ kGy، وهى أعلى قليلا من الجرعة المسموح بها لم يكن لها أى تأثير معنوى على ٢٢ من أهم المركبات المسئولة عن النكهة المميزة للبصل بعد ثلاثة شهور من التخزين؛ حيث تشابه الكروماتوجرام الغازى للبصل المعامل بالإشعاع مع الكروماتوجرام الغازى للبصل غير المعامل، إلا أن معاملة البصل بجرعة مقدارها ٥,٠ kGy من أشعة جاما أحدثت فيه زيادة ملحوظة فى كل من مركبات الداى سلفايدز disulpides، والتراى سلفايدز trisulphites مقارنة بكل من المعاملة بالجرعة الأقل (٠,٢ kGy) والكنترول.

وليس للمعاملة بالإشعاع أية تأثيرات ضارة على صحة الإنسان، حيث أنها لا تترك أى أثر متبق، كما أنها لا تحدث أى تأثيرات سلبية على مكونات البصلة. ويسمح بتداول البصل المعامل

بالإشعاع – وكذلك الثوم غالبًا – فى أكثر من ٢٦ دولة. كذلك تسمح كل من منظمة الصحة العالمية، ومنظمة الأغذية والزراعة التابعتين للأمم المتحدة باستعمال البصل الطازج المعامل بجرعة قدرها ٠,١٥ kGy من أشعة جاما، بهدف منع تزريعه أثناء التخزين.

التخزين فى الجو المعدل

يعمل التخزين فى هواء يحتوى على تركيزات مرتفعة من ثانى أكسيد الكربون، وتراكيزات منخفضة من الأكسجين – مقارنة بالهواء العادى – على زيادة فترة بقاء البصل بحالة جيدة أثناء التخزين.

ولايعد التخزين فى الجو المعدل أمرًا اقتصاديًا بالنسبة لمعظم أصناف البصل ، ذلك لأنه يمكن تخزينها لفترات طويلة دونما حاجة إلى هذا الإجراء، ويستثنى من ذلك أصناف البصل التى لاتصلح للتخزين، مثل الأصناف غير الحريفة من طراز برمودا Bermuda، كالصنف جرانكس Granex الذى لا يخزن لمدة تزيد عن الشهر أو الشهرين فى درجة الصفر المئوى. فقد أوضحت دراسات Smittle (١٩٨٨) أن أبصال هذا الصنف تفقد ١٢٪ إلى ١٥٪ من وزنها فى حرارة الغرفة (٢٧ْم)، بينما احتفظت جميع الأبصال بجودتها لمدة ٧ شهور على ١ْم فى ٥٪ CO_2، و ٣٪ O_2، مع رطوبة نسبية ٧٠٪ إلى ٨٥٪، وبقيت أكثر من ٩٢٪ من هذه الأبصال بحالة صالحة للتسويق لمدة ثلاثة أسابيع إضافية بعد إخراجها من المخزن. هذا إلا أن نوعية هذه الأبصال تدهورت أثناء التخزين، حيث انخفضت فيها نسبة السكر، وازدادت حرافتها. وكان التدهور فى نوعية الأبصال أشدّ عندما خُزّنت فى حرارة ١ْم فى الهواء عنه فى ١ْم أو ٥ْم فى ٥٪ CO_2، و ٣٪ O_2، مع ٧٠–٨٥٪ رطوبة نسبية فى جميع الحالات.

ويؤدى التخزين فى هواء معدل يحتوى على ١٠٪ ثانى أكسيد كربون إلى انهيار الأنسجة الداخلية للبصلة، وربما كان مرد ذلك إلى تنفس خلايا الأبصال لاهوائيًّا فى هذه الظروف.

وقد وجد Hoftun (١٩٩٣) أن زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون فى الهواء الموجود فى داخل أنسجة البصلة عن ١٣٪، ونقص نسبة الأكسجين عن ٤٪ أدت إلى انهيار الحراشيف المتشحمة للبصلة واكتسابها مظهرًا مبتلاً، وهى الظاهرة التى تعرف باسم Watery Scales.

معاملة البصل الأخضر بالكلور

أدى نقع نباتات البصل الأخضر فى ماء يحتوى على كلور بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون

لمدة دقيقة واحدة على حرارة ٢٥°م إلى انخفاض العدّ الميكروبى دون التأثير على نوعية المنتج. ولكن زيادة تركيز الكلور عن ذلك أدت إلى زيادة العدّ الميكروبى بعد ٧ أيام من المعاملة، وإلى حدوث فقد فى حامض الأسكوربيك، وتغيرات جوهرية فى اللون فى المحصول المخزن. هذا .. ولم توفر المعاملة بالكلور حماية للبصل من الإصابة بالأعفان خلال فترات التخزين الطويلة (Park & Lee ١٩٩٥).

التغيرات التى تطرأ على الأبصال أثناء التخزين

إن من أهم التغيرات التى تطرأ على الأبصال أثناء التخزين ما يلى:

التزريع

يحدث التزريع عند تعرض البصل لدرجة معتدلة قدرها ١٥°م (أو من حوالى ١٢-١٨°م)، وتنخفض نسبة التزريع تدريجيًا بانخفاض، أو بارتفاع درجة الحرارة عن ذلك المدى إلى أن تصبح أقل ما يمكن فى درجتى الصفر و ٣٠°م. ويبدأ التزريع فى مصر فى شهر نوفمبر، وتزداد نسبته مع استمرار مدة التخزين. وليس للرطوبة النسبية المرتفعة سوى تأثير قليل على تزريع البصل.

ويرجع التزريع نتيجة لاستطالة الأوراق الموجودة فى البصلة من موسم النمو السابق، وليس نتيجة لتكوين بادئات أوراق جديدة. ويدل ظهور النبت خارج البصلة (أى تزريعها) على أن الاستطالة قد بدأت قبل ذلك ببضعة أسابيع.

نمو الجذور

تعتبر الرطوبة النسبية العالية العامل المسئول عن نمو الجذور بالأبصال، إذ تتكون مبادئ جذور جديدة عند ارتفاع الرطوبة النسبية، وتنمو الجذور مخترقة الساق القرصية، وقواعد الأوراق الحرشفية لتعطى البصلة مظهرًا كثًا. وتزداد كذلك قوة نمو الجذور فى درجات الحرارة المعتدلة (حوالى ١٥°م)، عنه فى درجات الحرارة الأقل أو الأعلى من ذلك، إلى أن يصبح نموها أقل ما يمكن فى درجتى حرارة الصفر و ٣٠°م، كذلك .. فإن جرح الأبصال يشجع نمو الجذور. هذا .. إلا أن الجذور لاتتكون إذا كانت الرطوبة النسبية أقل من ٧٠٪ مهما كانت الظروف الأخرى.

يتشابه التجذير مع التزريع من حيث استجابتهما لدرجة حرارة التخزين، إلا أن الدرجة المثلى للتجذير تقل قليلاً عن الدرجة المثلى للتزريع.

وكما أسلفنا .. فإنه يوجد نوعان من التجذير: خارجى وداخلى. ويحدث التجذير الخارجى من السطح الخارجى للساق القرصية الأصلية للبصلة، بينما تتكون مبادئ الجذور الجديدة – فى حالة التجذير الداخلى – على ساق جديدة تتكون على الجانب الداخلى للساق الأصلية. وتتكون هذه الجذور الجديدة داخل البصلة، ثم تخترق قواعد الحراشيف المحيطة بالساق القرصية الأصلية إلى أن تظهر خارجيًّا. وبينما تكون الجذور الناتجة من التجذير الخارجى ضعيفة ورفيعة، فإن الجذور التى تنتج من التجذير الداخلى تكون قوية وسميكة.

وعند ابتلال الأبصال فإن التجذير الخارجى يحدث فى خلال أيام قليلة على حرارة ٥-٣٠ْم. وبالمقارنة .. فإن التجذير الداخلى يبدأ داخل البصلة فى خلال ١٠-٢٠ يومًا من بداية التخزين – حسب درجة حرارة التخزين – ويصبح ظاهرًا خارج البصلة بعد أكثر من شهرين من التخزين. ويعنى ذلك أن التجذير الخارجى ليس له فترة سكون، بينما يتحكم السكون فى التجذير الداخلى. ويتهيأ التجذير الداخلى للحدوث فى درجات الحرارة المتوسطة التى تتراوح بين ١٥ و ٢٠ْم، مثل التزريع. وفى المقابل .. فإن المدى المناسب لاستمرار نمو الجذور بعد بداية تكونها ينخفض حتى ٥ْم، وهى حرارة مثبطة للتزريع. وليس للرطوبة النسبية تأثيرات تذكر على تكوين مبادئ الجذور الداخلية أو اختراقها لحراشيف البصلة، ولكن الرطوبة العالية تحفز نمو الجذور بمجرد بروز قمتها النامية من سطح البصلة (Komochi ١٩٩٠).

وفى دراسة أجريت على ١٠ أصناف من البصل وخزنت فيها الأبصال على ١٠ْم بعد ٤ أسابيع من الحصاد، تراوحت الفترة التى لزم انقضاؤها لحين تزريع ٥٠٪ من الأبصال بين ١٤٩ يومًا و ٣١٠ أيام حسب الصنف، بينما استغرق تجذير الأبصال على فيرميكيوليت مرطب من ٨ أيام إلى ٥١ يومًا. وحينما خزنت الأبصال على حرارة ٥، و ١٠، و ١٥، و ٢٠، و ٢٥، و٣٠ْم .. تراوح المدى الأمثل للتزريع بين ١٠، و ٢٠ْم، وللتجذير بين ١٠، و ١٥ْم، بينما ثُبِّط كلا من التزريع والتجذير فى حرارة ٥ْم، و ٣٠ْم (Miedema ١٩٩٢).

الفقد الرطوبى وانكماش الأبصال

يؤدى فقد الرطوبة من الأبصال إلى انكماشها، ويتوقف معدل فقد الرطوبة على كل من درجة الحرارة والرطوبة النسبية. ويزداد الفقد مع ارتفاع درجة الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية. ويعد التزريع من أهم العوامل التى تؤدى إلى انكماش الأبصال.

وقد كان الفقد فى الوزن فى صنف البصل Autumn Spice بمعدل ٠,٨٪ شهريًّا، وذلك عندما خزّن فى رطوبة نسبية ٧٥٪-٨٠٪، وعلى حرارة صفر-٥ْم، بينما كان الفقد ٠,١٥٪ فقط شهريًّا فى رطوبة نسبية ٩٨٪-١٠٠٪. وفى أحد الأصناف المصرية كان الفقد فى الوزن ١,٠٧٪ خلال الشهر الأول من التخزين، ووصل إلى ١٦,٩٠٪ بعد ٩ شهور على الصفر المئوى، بينما كان الفقد ٥,٠٦٪ خلال الشهر الأول، وبلغ ٣٨,٣٢٪ بعد ٩ شهور من التخزين على حرارة ٣١,١-٣٥,٠ْم، ودون تحكم فى الرطوبة النسبية. وأرجع جل هذا الفقد فى الوزن إلى تبخر الرطوبة من الأبصال.

ويحدث تبخر الرطوبة على الجانب الداخلى للحراشيف، ثم ينساب بخار الماء إلى خارج البصلة من خلال الرقبة. ويكون معدل فقد الرطوبة عاليًا بعد الحصاد مباشرة، ثم يظل منخفضًا وثابتًا بعد ذلك (عن Komochi ١٩٩٠).

وقد قدر الفقد فى الوزن الذى يعود إلى التنفس بنحو ٠,١٣-٠,٣٠٪ من الوزن الطازج شهريًّا، وتراوح - بالتالى - بين ١٤٪ و ٢٠٪ من الفقد الكلى فى الوزن.

التغيرات فى اللون

يتأثر لون الأبصال المخزنة بكل من درجة الحرارة والرطوبة النسبية، فيؤدى تعرضها لدرجة حرارة أعلى من ٣٨ْم لأكثر من يومين إلى تلون الحراشيف الخارجية بلون قاتم ضارب إلى السودا، بينما تحسن الرطوبة النسبية الأعلى من ٧٠٪ من لون الأبصال.

ويؤدى تعريض الأبصال لإضاءة شديدة لأيام قليلة إلى اخضرارها، وخاصة فى الأصناف البيضاء، حيث تكتسب قواعد الأوراق المتشحمة الخارجية لونًا أخضرًا باهتًا أو داكنًا (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤).

التغيرات فى السكريات

وجد أن محتوى الأبصال من الفراكتوز يزداد أثناء التخزين نتيجة لتحلل السكريات المخزنة، وهى التى تكون على صورة فروكتانات fructans ذات وزن جزيئ منخفض، وسكروز (عن Rutherford & Whittle ١٩٨٤).

التغيرات فى المركبات المسئولة عن النكهة

تختلف أصناف البصل فى التغيرات التى تحدث فى محتوى أبصالها من المركبات المسئولة

عن النكهة المميزة أثناء التخزين؛ فمثلاً .. وجد أن حامض البيروفيك المتكون إنزيميًّا: (أ) قل أو ازداد خطيًّا فى الأصناف القصيرة النهار بزيادة فترة التخزين من ثلاثة إلى ستة شهور على ٢–٨ْم، ورطوبة نسبية ٧٥٪–٨٥٪، (ب) نقص خطيًّا أو تربيعيًّا quadratically فى أصناف البصل المتوسطة النهار والطويلة النهار (Kopsell & Randle ١٩٩٧).

تنفس أبصال البصل أثناء التخزين

تتميز أبصال البصل الساكنة – وكذلك أبصال الثوم – بانخفاض معدل التنفس فيها بصورة ملحوظة، إذا ما قورن بمعدل التنفس فى محاصيل الخضر الأخرى، كما يتضح من جدول (٨–١).

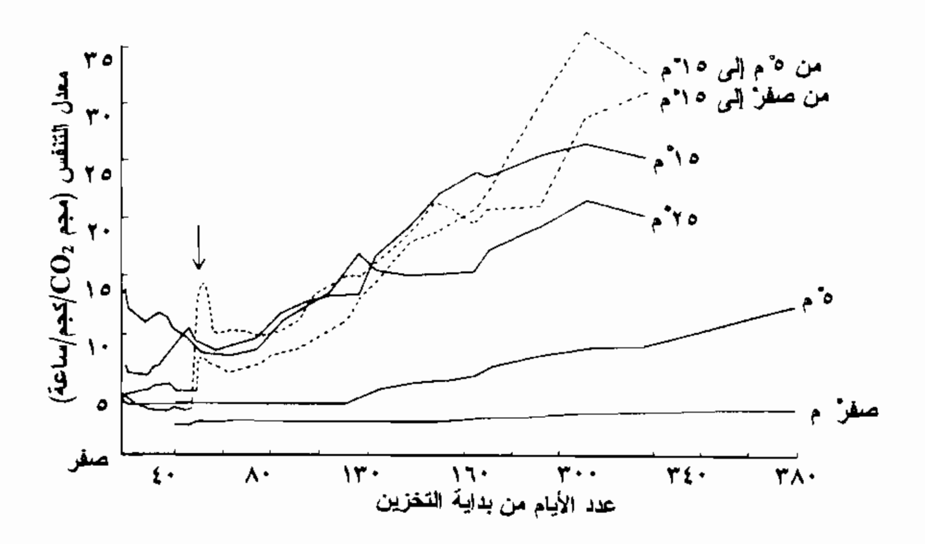
جدول (٨–١): معدل التنفس (CO_2 المنطلق بالملليجرام لكل كيلو جرام من الخضر فى الساعة) فى مختلف درجات الحرارة فى البصل والثوم، مقارنة ببعض محاصيل الخضر الأخرى الدرنية، والجذرية، والورقية (عن Brewster ١٩٩٤).

الخضر	حرارة التخزين (ْم)				
	صفر	٥	١٠	١٥	٢٠
أبصال البصل (صنف Bedfordshire Champion)	٣	٥	٧	٧	٨
أبصال الثوم	--	٥–١٠	--	--	--
الكرات أبو شوشة (صنف Musselburgh)	٢٠	٢٨	٥٠	٧٥	١١٠
البطاطس (صنف King Edward)	٦	٣	٤	٥	٦
الكرنب (صنف Decema)	٣	٧	٨	١٣	٢٠
الجزر	١٣	١٧	١٩	٢٤	٢٣
الخس (صنف Klock)	١٦	٢٤	٣١	٥٠	٨٠
السبانخ	٥٠	٧٠	٨٠	١٢٠	١٥٠

ويزداد معدل تنفس أبصال البصل مع ازدياد فترة التخزين، ومع ارتفاع درجة حرارة التخزين، كما يتضح من شكل (٨–١).

هذا إلا أن الزيادة فى معدل تنفس الأبصال الكاملة الساكنة مع الارتفاع فى درجة حرارة التخزين تكون قليلة بدرجة ملموسة، إلى أن تصل حرارة التخزين إلى ٤٠ْم، حيث يزداد معدل التنفس – حينئذٍ – بشدة، وربما كان مرد ذلك إلى الأضرار التى تُحْدِثُها الحرارة المرتفعة

بالأبصال. وتبلغ قيمة Q_{10} لتنفس أبصال البصل (الزيادة فى معدل التنفس مقابل كل ارتفاع فى درجة الحرارة قدره ١٠ درجات مئوية) - فى مدى حرارى يتراوح بين ١٠ْم و ٣٠ْم - حوالى ١,٣. وإذا جرحت الأبصال فإن تنفسها يزداد زيادة كبيرة ويبلغ أقصاه بعد نحو ١٢ ساعة. وتبلغ قيمة Q_{10} لمثل هذه الأبصال المجروحة حوالى ٢,٣.



شكل (٨-١): معدل تنفس أبصال البصل صنف Sapporo-ki أثناء تخزينها على درجات حرارة ثابتة (الصفر المئوى، و ٥ْم، و ١٥ْم، و ٢٥ْم) أو بعد نقلها (عند السهم) من صفر أو ٥ْم إلى ١٥ْم (عن Brewster ١٩٩٤).

وإذا أزيلت الحراشيف الجافة الخارجية للأبصال فإن معدل تنفس الأبصال يتضاعف تقريبًا. كما يزداد معدل فقدها للرطوبة، وتكون هذه الأبصال أسرع تزريعًا عن غيرها من الأبصال التى لم تفقد حراشيفها الخارجية. وربما تعمل الحراشيف الجافة الخارجة كحاجز قوى أمام انتشار الغازات من خارج البصلة إلى داخلها وبالعكس؛ الأمر الذى يؤدى إلى انخفاض نسبة الأكسجين إلى ثانى أكسيد الكربون فى أنسجة الأبصال المخزنة. ويتشابه ذلك فى تأثيره مع تأثير التخزين فى الجو المعدّل الذى ترفع فيه نسبة ثانى أكسيد الكربون، وتخفض فيه نسبة الأكسجين، والذى يؤدى إلى تأخير التزريع مقارنة بالتزريع فى الأبصال المخزنة فى الجو العادى. ولذا .. فإن بقاء الحراشيف الخارجية الجافة المحيطة بالأبصال فى مكانها يعمل على تعديل الهواء الداخلى بالبصلة؛ مما يؤدى إلى تأخير التزريع (عن Brewster ١٩٩٤).

الأحداث الفسيولوجية، والمرضية، والفيزيائية المؤثرة فى تكنولوجيا التخزين

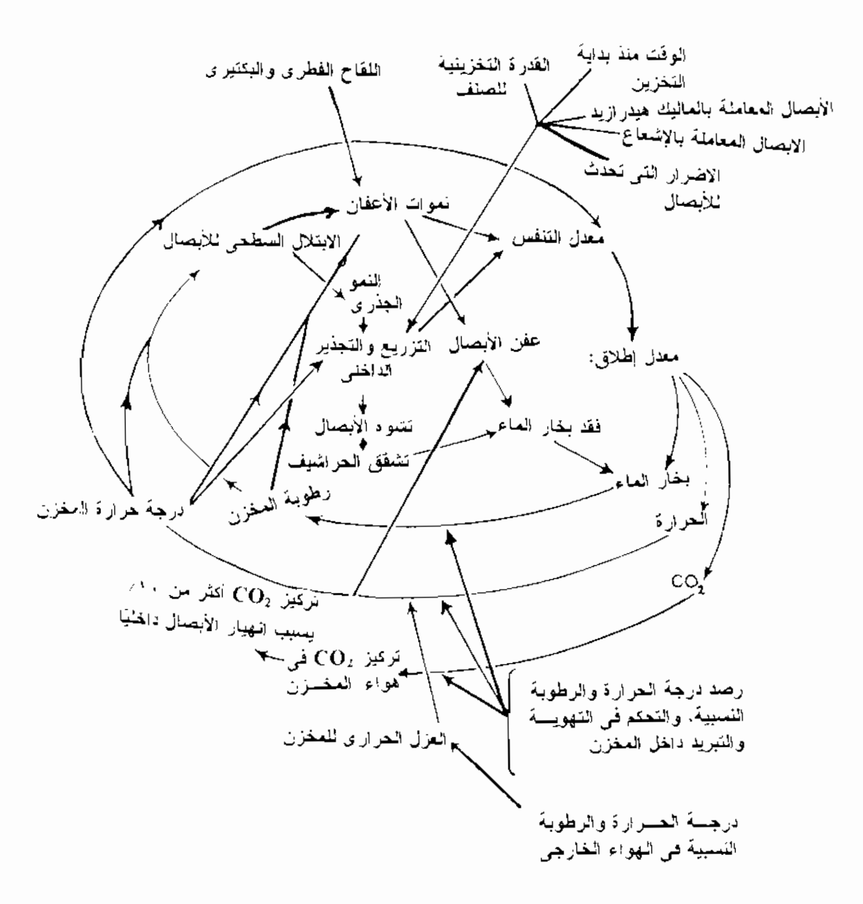
إن الهدف من تكنولوجيا تخزين البصل هو الاحتفاظ به فى حالة جيدة لأطول فترة ممكنة، ليس فقط خلال فترة التخزين، ولكن لعدة أسابيع أخرى بعد إخراج البصل من المخزن، وهى الفترة التى تلزم للنقل، والتسويق، وحتى الاستهلاك. وللوصول إلى هذا الهدف تتبع إحدى استراتيجيتين: (١) التخزين فى أقل درجة حرارة ممكنة فوق درجة التجمد التى تحدث عندها أضرار التجمد، وهى -٢°م، و (٢) الاستفادة من خاصية سكون الأبصال فى الحرارة المرتفعة بالمحافظة على درجة الحرارة قريبًا من ٣٠°م. وتتبع الطريقة الأولى لتخزين البصل فى المناطق الباردة، بينما يشيع استخدام الطريقة الثانية فى المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية.

إن الأحداث الفسيولوجية والمرضية التى تأخذ مجراها فى مخازن البصل تتفاعل مع الأحداث الفيزيائية من تبادل حرارى وتبادل لبخار الماء؛ مما يؤثر على الظروف البيئية فى المخزن. ويوضح شكل (٨-٢) كيفية تأثير العوامل الرئيسية فى المخازن وتفاعلها معًا.

نجد مع مرور الوقت زيادة فى حالات التبرعم والتجذير الداخلى فى الأبصال، تكون متبوعة بتغير فى شكل البصلة، وإحداث ضغط على الحراشيف الخارجية الجافة؛ مما يؤدى إلى تشقق هذه الحراشيف، وزيادة نفاذيتها لبخار الماء؛ وبالتالى إلى زيادة فقد الرطوبة من الأبصال.ومع حدوث التزريع يزداد معدل التنفس، وتزداد - نتيجة لذلك - الطاقة المنطلقة، وثانى أكسيد الكربون وبخار الماء المنطلقين من الأبصال. وتتساوى كمية الطاقة المنطلقة - نتيجة للتنفس - بالكيلو كالورى/طن/ساعة - تقريبًا - مع معدل إنتاج ثانى أكسيد الكربون بالملليجرام/كجم/ساعة مضروبًا فى ٢,٦. ويؤدى تدهور الأبصال بفعل الإصابات المرضية إلى زيادة معدل التنفس كذلك. وبسبب الفقد الرطوبى من الأبصال وتنفسها يلزم الاهتمام بالتهوية للمحافظة على الرطوبة النسبية بين ٦٥٪ و ٧٠٪، مع الاهتمام بالتبريد أو بالتهوية للتخلص من الحرارة الناتجة من الأبصال، والتى تزداد معدلاتها بمرور الوقت.

ويكون للاختلافات فى درجة الحرارة والرطوبة النسبية بين الهواء الخارجى وهواء المخزن تأثيراتها الكبيرة؛ فتؤثر درجة الحرارة الخارجية وشدة الإشعاع الشمسى على معدل فقد الحرارة أو اكتسابها بالتوصيل والإشعاع؛ الأمر الذى يتأثر بتصميم المخزن، ومدى إحكام عزله عن الجو الخارجى. كذلك تؤثر درجة حرارة الهواء المستعمل فى التهوية ورطوبته النسبية فى مدى

قدرته على التبريد أو التدفئة، واحتمالات تسببه فى ابتلال البصل المخزن. فإذا مادفع هواء دافئ داخل المخزن المبرد، فإن هذا الهواء يبرد بملامسته للأبصال الباردة، وقد تنخفض حرارته إلـــى ما دون نقطة الندى؛ مما يؤدى إلى تكثف الماء على الأبصال. وإذا ما ابتلت قاعدة البصلة فإنـــها تتجذر بسرعة؛ الأمر الذى يسرع التزريع كذلك؛ الذى يؤدى - بدوره - إلى زيادة سرعة فقـــد الماء. ولذا .. فإن فقدان التحكم فى الرطوبة النسبية داخل المخزن يمكن أن يُحدث أضرارًا بليغة بالأبصال، خاصة وأن الرطوبة العالية المصحوبة بالحرارة العالية تناسب انتشار الأمراض. وفى المخازن التى ترتفع درجة حرارتها تزداد الأضرار التى يحْدثها العفن الأسود (الذى يسببه الفطـــر *Aspergillus niger*) فى أهميتها عن أضرار التزريع. ويؤدى العفن فى حد ذاته إلى زيادة نفاذية الحراشيف الخارجية لبخار الماء؛ وبالتالى إلى زيادة فقد الرطوبة من الأبصال.



شكل (٨-٢): العوامل الهامة، والأحـــداث أو العمليات، والتفاعلات التى تـــأخذ مجراهـــا فى داخل مخازن البصل، والتى يمكن أن تؤثر على تزريع البصل وإصابته بالأمراض.

وتلعب حراشيف البصل الجافة الخارجية دورًا حيويًا فى الأحداث الفسيولوجية والفيزيائية التى تقع فى المخزن نظرًا لكونها الحاجز الرئيسى أمام فقد الرطوبة وتبادل ثانى أكسيد الكربون. ويجب توفير رطوبة نسبية تتراوح بين ٦٥٪ و ٧٠٪ للمحافظة على مرونة الحراشيف. وفى الرطوبة النسبية الأقل من ذلك تتشقق الحراشيف بسهولة، وخاصة عندما تنخفض نسبة الرطوبة فى الحراشيف ذاتها عن ٢٠٪. وعلى الرغم من ذلك فإن نفاذية الحراشيف الجافة للرطوبة تنخفض تدريجيًّا بانخفاض الرطوبة النسبية عن ٧٥٪، وربما يرجع ذلك إلى أن تلك الحراشيف تنكمش ويزداد التصاقها بالبصلة مع زيادة انخفاض الرطوبة النسبية؛ الأمر الذى يزيد من خاصية منعها لفقد الرطوبة، ولكنها تصبح فى الوقت ذاته أكثر حساسية للتشقق (عن Brewster ١٩٩٤).

وللتغلب على هذه التغيرات فإنه يجب رصد البيئة الداخلية للمخازن بصورة دائمة، مع تعديل درجة الحرارة والرطوبة النسبية أولاً بأول - حسبما تكون عليه الحال - بالتدفئة، أو التبريد، أو بخلط الهواء الخارجى بالهواء الذى يتم تحريكه داخل المخزن.

طرق التخزين

تتوقف الطرق والظروف المناسبة لتخزين البصل على الغرض من التخزين، وطول فترة التخزين المتوقعة قبل تسويقه.

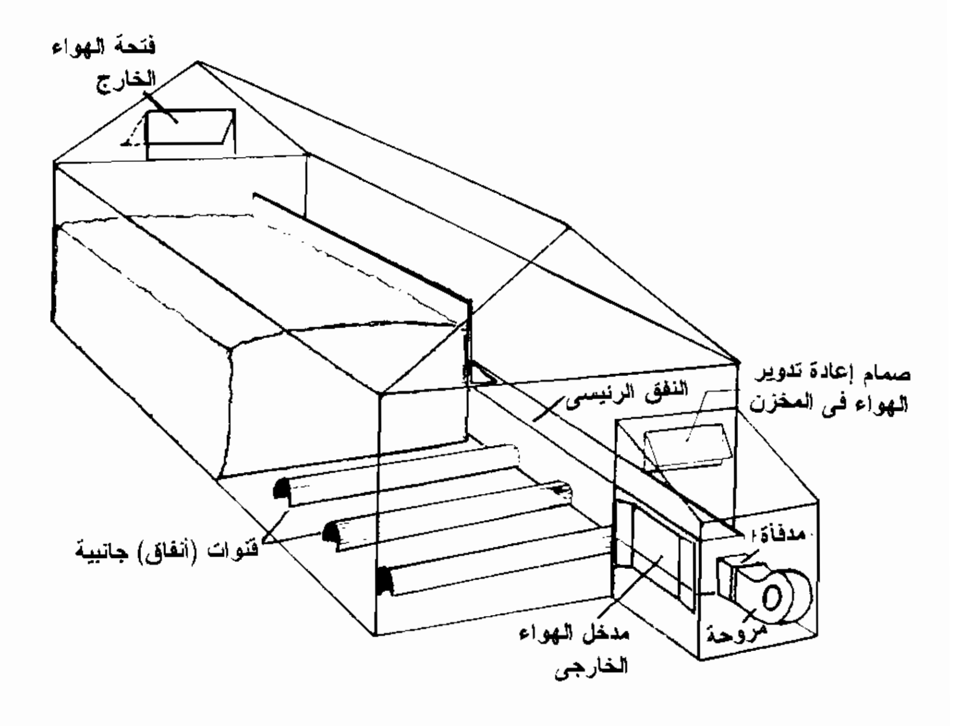
تخزين الأبصال لغرض الاستهلاك

يقتصر التخزين لغرض الاستهلاك على الأبصال السليمة الناضجة والمعاجلة جيدًا فقط. أما الأبصال غير الناضجة، أو غير المعالجة جيدًا، أو ذات الرقبة السميكة، فإنها تسوّق بعد الحصاد مباشرة ولا تخزن. ومع أن البصل يتحمل التخزين فى درجات الحرارة المرتفعة، والرطوبة النسبية المعتدلة أكثر من غيره من الخضروات، إلا أن فترة حفظ البصل بحالة جيدة تزداد عند إجراء التخزين فى درجة حرارة منخفضة، ورطوبة نسبية منخفضة. وأفضل الظروف للتخزين هى درجة حرارة الصفر المئوى، ورطوبة نسبية مقدارها ٦٥٪؛ حيث يمكن أن تبقى الأبصال بحالة جيدة لمدة تتراوح من ٢-٨ أشهر حسب الصنف. وتعتبر الأصناف غير الحريفة، مثل: إيتاليان رد Italian Red أقل الأصناف قدرة على التخزين، بينما تعد الأصناف الحريفة، مثل الأصناف المصرية عامة، والأصناف: هوايت كريول White Creole، ورد كريول Red Creole، وأوستراليان براون Australian Brown من أكثر الأصناف تحملاً للتخزين. وتجدر

الإشارة إلى أن بقاء الرطوبة النسبية فى حدود ٦٥٪ يعمل على تقليل إصابة الأبصال بالأمراض، حتى ولو ارتفعت درجة الحرارة إلى ٢٥-٣٥°م، ولكن فترة التخزين تكون أقل فى هذه الحالة. ويمكن تخزين بعض الأصناف لمدة تقرب من السنة فى درجة حرارة صفر-٣°م، ورطوبة نسبية ٤٠٪ أو أقل.

تخزين البصل سائباً فى المخازن المبردة

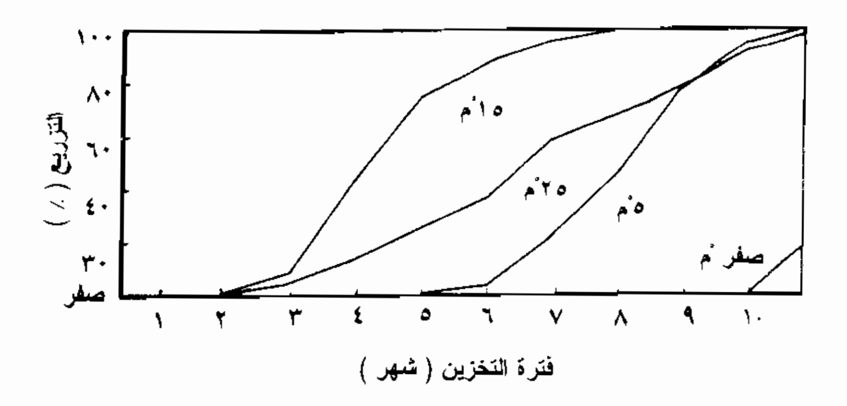
يمكن تخزين البصل سائبًا بارتفاع يصل إلى ثلاثة أمتار. ويجب أن تصمم هذه المخازن بحيث تتحمل جدرانها الضغوط التى تقع عليها، وبحيث يتوفر فيها مجار (أنفاق) ducts، وتهوية من تحت الأرض لدفع الهواء الخارجى أو الهواء المبرد خلال كومة البصل (شكل ٨-٣).



شكل (٨-٣): رسم تخطيطى لمخزن بصل مبرد.

توضع أجهزة رصد درجة الحرارة والرطوبة النسبية - التى تتحكم فى تشغيل المراوح، وفتحات التهوية لدخول الهواء الخارجى، والمدفئات، ومعدل دفع تيار الهواء - توضع داخل كومة البصل.

وبعد التجفيف الأولى والعلاج تخفض حرارة الأبصال بمعدل ٠,٥ْم يوميًا: بخلط الهواء المسحوب من الخارج بالهواء الذى يتم إعادة تحريكه داخل المخزن. ولا يسحب الهواء الخارجى إلى داخل المخزن إلا إذا كانت حرارته تقل عن حرارة هواء المخزن بثلاث درجات كحد أدنى. ولتجنب تجمد الأبصال لا يسحب الهواء الذى تقل حرارته عن -٢ْم. ويتم التحكم فى سرعة سحب الهواء الخارجى - الذى تنخفض رطوبته النسبية - بهدف المحافظة على رطوبة نسبية تتراوح بين ٧٥٪ و ٨٥٪. ويدفع الهواء خلال البصل السائب - عادة - بمعدل ١٧٠م^{3}/ساعة/طن من البصل المخزن خلال عملية التبريد. وباستعمال هذا الهواء الخارجى فإن درجة حرارة الهواء المخزن يمكن المحافظة عليها بين ٣ْم و ٥ْم خلال فصل الشتاء فى المناطق الباردة. أما إذا كان الهواء الخارجى ليس باردًا بالقدر الذى يلزم لإجراء التبريد اللازم للمخزن فإنه يتم تبريد الهواء الذى يعاد تمريره داخل المخزن حتى صفر إلى -١ْم، مع المحافظة على الرطوبة النسبية بين ٧٥٪ و ٨٥٪. فعند هذه الدرجة من الرطوبة لا تنمو الأعفان على الأبصال، وتبقى الحراشيف الجافة مرنة، والتبخر بطيئًا. وبالمحافظة على الحرارة عند -١ْم إلى صفر ْم، والرطوبة النسبية بين ٧٥٪ و٨٥٪ فإن الأبصال ذات القدرة التخزينية الجيدة يمكن حفظها بحالة صالحة للتسويق لمدة ١٠ شهور (شكل ٨-٤).



شكل (٨-٤): العلاقة بين فترة التخزين على درجات حرارة مختلفة ونسبة التزريع فى صنف البصل Sapporo-ki (Tanaka ١٩٩١).

ويجب دفع تيار من الهواء خلال الأبصال المخزنة، بمعدل ١,٠م^{3} إلى ٢,٠م^{3} فى الدقيقة لكل متر مكعب من حيز المخزن، حتى بعد وصول درجة الحرارة والرطوبة النسبية إلى الحدود المناسبة للتخزين.

كذلك يجب رفع درجة حرارة الثلاجات تدريجيًا قبل إخراج البصل منها للتسويق، وذلك حتى لا تتكثف الرطوبة على الأبصال، وهى الظاهرة التى تعرف باسم (العرق) Sweating، والتى تؤدى إلى زيادة فرصة الإصابة بالأمراض. ويزداد تكثف الرطوبة على الأبصال بزيادة الرطوبة النسبية فى الجو الخارجى وقت إخراج البصل من المخازن، وبزيادة الفرق فى درجة الحرارة بين المخزن والجو الخارجى.

هذا .. ويعطى Davis (١٩٨٠) التفاصيل التكنولوجية الخاصة بتصميم وإنشاء مخازن البصل الحديثة.

وقد أدى تخزين البصل من صنف Sapporo-ki فى الحرارة المنخفضة (صفر أو ٥°م) إلى تأخير التزريع، وظلت نوعية الأبصال بحالة جيدة بعد ٧ شهور من التخزين فى درجة الصفر المئوى، واستمرت محتفظة بجودتها لمدة ١٥ يوم أخرى على ١٥°م، أو لمدة ٩ أيام على حرارة ٢٥°م. ولم تتكون جذور داخلية فى الأبصال التى خزنت فى حرارة ٢°م أو ٣٠°م. وبدا أن العوامل التى تتحكم فى التجذير الداخلى والتزريع تورث مستقلة.

وتوقف فقد قشور البصل الخارجية الجافة على العوامل الميكانيكية (مثل: الاهتزازات، والاحتكاكات، والضغوط)، والتغيرات فى شكل البصلة بسبب التجذير الداخلى. وأدى تشقق القشور إلى فقدها. واختلفت الأصناف فى سمك قشورها ومتانتها.

خلت الأبصال – تقريبًا – من الأعفان بعد ٨ شهور من التخزين على الصفر المئوى، ولكن نسبة الإصابة بالأعفان ازدادت بدرجة ملحوظة بارتفاع درجة حرارة التخزين، وكانت الإصابة فى رطوبة نسبية ٩٥٪ أكثر مما كانت عليه فى رطوبة نسبية ٦٥٪–٧٥٪ (Tanaka ١٩٩١).

تخزين البصل فى الحرارة العالية

تكون فترة تخزين البصل فى حرارة ٢٥°م أطول عما فى حرارة ١٥–٢٠°م، كما يتضح فى شكل (٨–٤). ولذا .. فإن تقنيات تخزين البصل فى المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية تعتمد على المحافظة على بقاء درجة الحرارة عالية لإطالة فترة سكون الأبصال. ولتجنب عفن الأبصال فإنها يجب أن تبقى جافة ومهواة جيدًا. وإن لم تتوفر التهوية بنظام الدفع الجبرى للهواء من خلال الأبصال فإن الأبصال يجب أن تكون فى طبقة أو طبقتين، أو على صورة حزم؛ ليمكن للهواء أن يمر بحرية حول قواعد الأبصال. ويفضل تخزين البصل فى طبقات رقيقة على رفوف من الشباك السلكية.

وإذا توفر نظام الدفع الجبرى للهواء فإن البصل يمكن أن يخزن سائبًا بارتفاع مترين. وتستعمل المدفئات لتجنب انخفاض الحرارة عن ١٨ْم ومنع زيادة الرطوبة النسبية عن ٧٥٪؛ وذلك لأن نفاذية الحراشيف لبخار الماء تزداد فى الرطوبة النسبية الأعلى من ٧٥٪؛ الأمر الذى يؤدى إلى زيادة فقد الرطوبة من الأبصال فى ظروف الحرارة العالية، وهو مالا لايحدث فى ظروف الحرارة الشديدة الانخفاض فى المناطق الباردة. وبتوفير المدفئات، ودفع الهواء بمعدل ٢,٥م^{3}/دقيقة/م^{3} من البصل المخزن فإن هذه المخازن يمكن أن تستعمل - كذلك - فى علاج الأبصال.

تكون الأبصال المخزنة فى الحرارة العالية أفضل لونًا من تلك المخزنة فى المخازن الباردة، ولكن يزداد الفقد الرطوبى من الأبصال، وتزداد نسبة الإصابة بمختلف الأعفان عند التخزين فى الحرارة العالية مقارنة بالتخزين فى الحرارة المنخفضة (عن Brewster ١٩٩٤).

الطرق المتبعة فى تخزين أبصال الاستهلاك فى مصر

يخزن البصل المعد للاستهلاك فى مصر بإحدى الطرق التالية:

١ - التخزين فى نوّالات:

النوّالة عبارة عن مظلة مسقوفة تسمح بدخول الهواء فيها بحريّة، وتمنع دخول ضوء الشمس المباشر. وهى تتكون غالبًا من قوائم خشبية تدعم السقف، وقد تبنى جدرانها إلى ارتفاع بسيط.

٢ - التخزين تحت جمالونات:

الجمالون عبارة عن مظلة يخزن تحتها البصل فى أجولة توضع على عروق خشبية بعيدة عن الأرض وذلك حتى لاتتعرض الأبصال للرطوبة الأرضية. ويتميز التخزين تحت الجمالونات بأن التهوية تكون جيدة، وأن الأبصال لا تتعرض فيها لضوء الشمس المباشر.

٣ - التخزين فى العنابر:

العنابر عبارة عن غرف معزولة الجدران والأسقف، ويمكن التحكم فى درجة الحرارة والرطوبة النسبية فيها بالتحكم فى فتحات التهوية. وتستخدم بعض المركبات الكيميائية، مثل: كربونات الكالسيوم لامتصاص الرطوبة من جو العنبر بوضعها فى طبقات رقيقة فى أركان المخزن، كما يمكن تجفيفها وإعادة استخدامها عدة مرات. وتتم حماية العنابر من القوارض بتغطية فتحات التهوية بشباك من السلك.

ويوضع البصل فى المخازن فى مصر بإحدى الطرق التالية:

١ – فى أكوام:

يكوم البصل فى مراود بطول ١٠م، وعرض ١,٥م، وارتفاع ٧٠–١٠٠ سم. وتكون المراود متوازية، وتفصل بينها مسافة ٥٠–١٠٠ سم، ثم تغطى الأبصال بقش الأرز. ويمكن بهذه الطريقة تخزين نحو ١٠٠٠ طن من البصل فى مساحة فدان واحد.

٢ – فى القاعات:

تكون الأبصال فى طبقات يصل ارتفاعها إلى نحو ٣ أمتار فى قاعات مجهزة بمراوح تدفع الهواء لكى يتخلل الأبصال.

٣ – فى طبقات:

حيث يكوم البصل فى طبقات يفصل بينها قش الأرز، أو (قصل) الحلبة، أو الفول.

٤ – فى أجولة (مرسى وآخرون ١٩٧٣).

تخزين البصيلات المعدة لاستخدامها كتقاوٍ لإنتاج محصول من البصل

تجب مراعاة أن يكون تخزين البصيلات المعدة لاستخدامها كتقاوٍ – لإنتاج محصول من البصل – فى ظروف تسمح بالمحافظة عليها فى صورة جيدة، على ألا تؤدى هذه الظروف إلى تهيئتها للإزهار؛ وذلك لأن البصيلات التى يزيد قطرها عن ٢,٥ سم تتهيأ للإزهار إذا ما خزنت على درجة حرارة تقل عن ١٠ْم لفترة طويلة. أما البصيلات التى يقل قطرها عن ٢,٥ سم، فإنها تكون غالبًا فى طور الحداثة، ولاتستجيب للحرارة المنخفضة. ويؤدى التخزين فى درجة حرارة شديدة الانخفاض (من صفر إلى –١ْم إلى خفض نسبة النباتات التى تتجه نحو الإزهار بالمقارنة بالتخزين فى درجة حرارة ٢–٧ْم. ولذا .. فإن أفضل درجة حرارة لتخزين البصيلات هى الصفر المئوى. ومع أن التخزين فى حرارة ٢٧ْم لا يهيئ البصيلات للإزهار، كما أن التخزين فى حرارة ٣٠ْم لمدة ٨–١٧ أسبوعًا يمنع الاتجاه نحو الإزهار، إلا أن درجات الحرارة المرتفعة هذه تؤدى إلى زيادة معدلات الفقد فى الوزن، وزيادة نسبة الإصابة بالعفن. أما الرطوبة النسبية، فإنها يجب أن تتراوح بين ٦٥٪ و ٧٠٪ (Lutz & Hardenburg ١٩٦٨).

تخزين الأبصال المعدة لاستعمالها كتقاوٍ لإنتاج البذور

تستعمل الأبصال العادية المتوسطة الحجم كتقاوٍ لإنتاج بذور البصل، ويراعى عند تخزين

هذه الأبصال أن يكون فى ظروف تحفظها جيدًا وأن تهيئها للإزهار فى آن واحد. وقد وُجد أن أنسب درجة حرارة لتهيئة الأبصال للإزهار تتراوح بين ٧ و ١٣ْم، إلا أن ذلك المدى لايناسب تخزين الأبصال لفترة طويلة؛ لذا .. فإنه ينصح عند الرغبة فى تخزين التقاوى المعدة لاستخدامها فى حقول إنتاج البذور - لفترة طويلة - بأن يكون ذلك فى درجة الصفر المئوى من بداية التخزين حتى قبل الزراعة بنحو ٦ أسابيع، حيث ترفع درجة حرارتها خلال الفترة الأخيرة إلى ٧-١٣ْم. وتكون الرطوبة النسبية الملائمة لتخزين حوالى ٦٠٪ (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤)، بينما لا تؤثر الإضاءة التى تتعرض لها الأبصال فى المخازن على محصول البذور (DeMille & Vest ١٩٧٦).

التصدير

سبقت مناقشة الجانب الاقتصادى الخاص بموضوع تصدير البصل فى الفصل الأول، ونتناول فيما يلى موضوع التصدير من الجانب الفنى.

يجب أن يكون محصول البصل المراد تصديره سليمًا، وخاليًا من العطب والأبصال الحنبوط، وألا تكون الأبصال متأثرة بالرطوبة (ساخنة)، أو مصابة بلفحة الشمس (مسلوقة)، كما يشترط ألا يحتوى الطرد على قشور البصل الجافة، أو على أى مادة غريبة.

ويصنَّف البصل من المحصول الرئيسى إلى الرتب التالية:

١ - خاص: وهو ما لا تزيد فيه نسبة البصل الملون، والمزدوج، والمزرّع، وغير التام النضج، والمصاب بالعفن الأسود، والمنزوعة قشرته، وغير المنتظم الشكل، والطويل العنق عن ٥٪.

٢ - تجارى: وهو ما تزيد فيه نسبة هذه الأبصال على ٥٪، ولا تتجاوز ١٥٪.

٣ - (نقضة): وهو ما تزيد فيه نسبة هذه الأبصال على ١٥٪، ولا تتجاوز ٥٠٪. ولايصرح بتصدير البصل من الرتبة الأخيرة إلى معظم الدول المستوردة.

يدرج البصل من رتبتى الخاص والتجارى إلى الأحجام التالية:

١ - كبير: وهو ما يزيد قطر البصلة منه على ٦ سم.

٢ - متوسط: وهو ما يزيد قطر البصلة منه على ٤,٥ سم، ولا يتجاوز ٦ سم.

٣ – صغير: وهو ما يزيد قطر البصلة منه على ٣,٥ سم، ولا يتجاوز ٤,٥ سم.

٤ – بصل تخليل: وهو ما لا يزيد قطر البصلة منه على ٣,٥ سم.

ويرخص بالتجاوز عن هذه المقاسات بنسبة لاتزيد على ١٠٪ من محتويات الطرد.

ويجوز تصدير البصل من رتبتى الخاص والتجارى إلى بعض الدول بدون تدريج، بشرط أن يزيد قطره عن ٣,٥ سم.

يعبأ البصل المصدر فى أجولة، أو صناديق، أو أقفاص بالمواصفات التالية:

١ – الأجولة: تستخدم لذلك أجولة من الجوت سعة ٢٥ أو ٥٠ كجم، أو أجولة من الكتان سعة ٥٠ كجم بمواصفات خاصة.

٢ – الصناديق: تستخدم لذلك صناديق خشبية سعة ٥٠ كجم، أو صناديق كرتون سعة ٢٥ كجم بمواصفات خاصة.

٣ – الأقفاص والسلال: تستخدم لذلك أقفاص من الجريد سعة ٢٥ كجم، أو سلال من الغاب سعة ٢٥، أو ٥٠ كجم بمواصفات خاصة.

ويجب أن تكون هذه العبوات متماثلة فى النوع، والشكل، والحجم، والوزن ويسمح بتجاوز الزيادة عن الأوزان المقررة بنسبة لا تزيد على ٣٪، وذلك لتعويض الفقد فى الوزن أثناء فترة الشحن، كما يجب أن تكون العبوات مغلقة بصورة جيدة.

ويكتب على كل طرد: كلمة "بصل"، والبيانات الخاصة بالرتبة والحجم، والعلامة التجارية، والرقم المسلسل للرسالة. ويراعى أن تكتب هذه البيانات باللغة العربية بحروف ظاهرة تتناسب مع حجم العبوة، وبمادة ثابتة باللون الأخضر إذا كان البصل من رتبة الخاص، وباللون الأحمر إذا كان البصل من رتبة التجارى، وباللون الأسود إذا كان البصل من رتبة النقضة أو من المحصول الشتوى. ويرمز إلى رتبة النقضة برقم ٣ يكتب بحروف رومانية. ويجوز كتابة هذه البيانات فضلاً عن ذلك بلغة أجنبية. ويجب ألا يزيد عدد طرود الرسالة عن ١٠٠٠ طرد.

هذا .. ويحظر القانون تصدير رتبة النقضة من المحصول الرئيسى للبصل الطازج.

الفصل التاسع

الأمراض والآفات ومكافحتها

يصاب البصل بأكثر من ٦ آفة مختلفة، تتنوع فيما بين فطريات، وبكتيريا، ونيماتودا، وفيروسات، ونباتات متطفلة، وحشرات، وعناكب. هذا .. ويعطى Hall (١٩٨٠) قائمة بأهم أمراض البصل المعروفة ومسبباتها كما يتناول Schwartz & Krishna Mohan (١٩٩٥) بالشرح المزود بالصور الملونة جميع أمراض البصل والثوم. كذلك تتوفر معلومات مفصلة عن أمراض البصل وآفاته ومكافحتها فى كل من: Entwistle (١٩٩٠)، و Maude (١٩٩٠ أ، ١٩٩٠ ب)، و Walky (١٩٩٠)، و Green (١٩٩٠)، و Soni & Ellis (١٩٩٠).

الأمراض التى تصيب البصل فى مصر

يعطى Ziedan (١٩٨٠) قائمة بأهم الأمراض التى تصيب البصل فى مصر، وهى قائمة كبير نسبيًا، وتتضمن الأمراض التالية:

اسم المرض	نوع المسبب	الاسم العلمى للمسبب
العفن القاعدى basal rot	فطر	*Fusarium oxysporum*
العفن الأسود Black mold	فطر	*Aspergillus alliaceus & A. niger*
العفن الأزرق blue mould rot	فطر	*Penicilium* spp.
البياض الزغبى downy mildew	فطر	*Perenospora destructor*
عفن الرقبة neck rot	فطر	*Botrytis allii*
الجذر الوردى Pink root rot	فطر	*Phoma terrestris*
اللطعة الأرجوانية purple blotch	فطر	*Alternaria porri*
الصدأ rust	فطر	*Puccinia porri*
الاسوداد smudge	فطر	*Colletotrichum circinans*
التفحم smut	فطر	*Urocystis cepulae*
العفن الأبيض white rot	فطر	*Sclerotium cepivorum*
العفن البكتيرى bacterial rot	بكتيريا	*Erwinia carotovora*

اسم المرض	نوع المسبب	الاسم العلمى للمسبب
نيماتودا التقرح lesion nematode	نيماتودا	*Pratylenchus* spp.
النيماتودا الكلوية reniform nematode	نيماتودا	*Rotylenchulus reniformis*
نيماتودا تعقد الجذور root knot namatode	نيماتودا	*Meloidogyne* spp.
فيرس تقزم البصل الأصفر onion yellow dwarf virus	فيرس	

كما يصاب البصل فى مصر بالأمراض التالية أيضًا (عن Hussein وآخرين ١٩٧٧):

عفن ريزوبس الطرى rhizopus soft rot، ويسببه *Rhizopus oryzae* .

عفن الحراشيف البكتيرى bacterial scale rot، وتسببه بكتيريا *Pseudomonas allicola & P. cepacia* .

الذبول الطرى، أو مرض تساقط البادرات

يحدث مرض الذبول الطرى damping-off بسبب مجموعة من الفطريات أهمها فى البصل الأنواع التابعة للجنس *Pythium*، وخاصة النوعين *P. ultimum*، و *P. irregulare*، وكذلك الفطريات *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*، و *Rhizoctonia solani*، و *Fusarium solani*، و *F. roseum*، و *F. moniliforme*، و *Colletotrichum circinans*.

الأعراض

قد تؤدى الإصابة إلى تعفن البذور قبل إنباتها، أو قبل ظهور البادرة فوق سطح التربة، ويعرف المرض فى هذه الحالة باسم الذبول الطرى السابق للإنبات pre-emergence damping-off، أو قد يصيب البادرات عقب ظهورها فوق سطح التربة بفترة وجيزة، ويعرف المرض فى هذه الحالة باسم تساقط البادرات، أو post-emergence damping-off. وفى الحالة الأخيرة يصيب الفطر بادرات البصل الصغيرة عند سطح التربة، أو تحت التربة بقليل، ويؤدى ذلك إلى تحلل الأنسجة فى هذه المنطقة، وموتها وانكماشها، فلا تقوى السويقة الجنينية السفلى على حمل البادرة التى تكون مازالت سليمة، فتسقط على سطح التربة، ثم تذبل وتموت. وتتراوح المدة من بداية الإصابة إلى سقوط البادرة بين ٢٤ و ٤٨ ساعة، وتتسع دائرة الإصابة تدريجيًا طالما كانت البادرات صغيرة وغضة، ثم يتوقف انتشار المرض بعد أن تكبر البادرات وتتغلظ جدرانها قليلاً، فلا يستطيع الفطر إصابتها.

الظروف المناسبة للإصابة

تشتد الإصابة عندما تكون البادرات رهيفة وسريعة النمو، ويحدث ذلك فى الجو الدافئ، وعند زيادة التسميد، أو الرطوبة الأرضية، أو عند زيادة كثافة النباتات فى المشاتل، كما تزداد الإصابة فى المشاتل التى لاتتعرض للتهوية الجيدة، أو للأشعة الشمسية بانتظام. تحدث الإصابات الأولية دائمًا بسبب جراثيم الفطر، أو الأجسام الحجرية التى تعيش فى التربة فى غياب العائل، كما قد ينمو غزل (ميسيليوم) الفطر رميًا فى التربة على بقايا النباتات المتحللة، ثم يصيب البادرات الصغيرة الرهيفة عند ظهورها. وينتج الفطر الإنزيمات المحللة للسيليلوز، والسموم التى تقتل الخلايا، ثم يحصل على غذائه من الخلايا بعد موتها. وبعد موت النبات ينمو الفطر خلال التربة إلى نبات آخر؛ لذا تكون الإصابة دائمًا على شكل مساحات شبه دائرية.

المكافحة

تعد معاملة البذور سطحيًا بالمبيدات الفطرية التى تعمل على حماية البذرة، والنبت الصغير الناتج منها لعدة أيام أفضل وسيلة لمكافحة المرض، نظرًا لأنها تقضى على الفطريات التى توجد فى المنطقة المحيطة بالبذرة، إلا أن تأثير هذه المعاملة لا يدوم لأكثر من ٧-١٠ أيام، حيث يقل تركيز المبيد كثيرًا بعد ذلك، فتقل فاعليته تبعًا لذلك.

وأهم المبيدات التى تستخدم فى معاملة البذور هى الكابتان، والكابتافول **captafol**، باتباع الممارسات الزراعية التى تجعل البادرات أقل تعرضًا للإصابة، وذلك بأن تكون الزراعة غير كثيفة، مع الاعتدال فى الرى والتسميد، خاصة بالنسبة للتسميد الآزوتى.

البياض الزغبى

يسبب الفطر *Peronospora destructor* مرض البياض الزغبى **downy mildew** فى البصل. وقد اشتق اسم المرض من طبيعة الفطر المسبب له، حيث تنمو هيفات الفطر، والحوامل الجرثومية، والأكياس الاسبورانجية خارجة من ثغور الأوراق المصابة، فتعطيها مظهرًا زغبيًا.

ويصيب الفطر عددًا من العوائل الأخرى إلى جانب البصل، أهما: الثوم، والكرات أبو شوشة، ومعظم الخضر الثانوية الأخرى التابعة للجنس *Allium* .

الأعراض

تتوقف أعراض المرض على الطريقة التى تبدأ بها الإصابة؛ فهى تبدأ جهازية أو موضعية. وتحدث الإصابة الجهازية عند زراعة نباتات، أو أبصال، أو بصيلات مصابة.

تكون النباتات المصابة جهازيًّا متقزمة، كما تبدو أوراقها مشوهة، وذات لون أخضر شاحب. وتظهر جراثيم الفطر فى الجو الرطب على سطح الأوراق، وعلى الحوامل النورية؛ مما يعطيها مظهرًا زغبيًّا أرجوانى اللون، بينما نجد فى الجو الجاف أن الأوراق المصابة جهازيًّا تظهر عليها بقع بيضاء اللون.

وقد تبدأ الإصابة موضعية، ويكون ذلك فى كل من الإصابات الأولية والثانوية على السواء، بينما تحدث الإصابة الموضعية عند تعرض أوراق النبات، أو الحوامل النورية لجراثيم الفطر التى تصل إليها من النباتات المصابة جهازيًّا، سواء أكانت هذه النباتات من محصول سابق، أم من عوائل أخرى (فى حالة الإصابات الأولية)، أم من نباتات نفس المحصول (فى حالة الإصابات الثانوية).

وتتميز الإصابات الموضعية بأنها تكون على شكل بقع طويلة، مختلفة المساحة، وذات لون أخضر شاحب ضارب إلى الصفرة. وتظهر جراثيم الفطر الأرجوانية اللون على سطح البقع فى الجو الرطب (شكل ٩-١، يوجد فى آخر الكتاب). أما فى الجو الجاف، فغالبا ما يصبح مركز البقعة متحللا دون أن تظهر جراثيم الفطر. وغالبا ما تجف الأوراق فى منطقة الإصابة، ثم تموت قمتها (شكل ٩-٢)، كما لا تقوى الشماريخ الزهرية المصابة على حمل النورة وما بها من بذور، وتنكسر قبل نضج البذور.

ونادرًا ما تموت نباتات البصل المصابة بالبياض الزغبى، ولكنها تكون ضعيفة النمو، كما تقل كمية المحصول وجودته، وتضعف كذلك قدرة الأبصال على التخزين، فتطرى بسرعة، وتكون أكثر عرضه للإصابة بالأمراض الأخرى فى المخازن.

الظروف المناسبة للإصابة

يعيش الفطر فى التربة على الأبصال وبقايا النباتات المصابة. وقد ذكر أن الفطر ينتقل – كذلك – عن طريق البذور.



شكل (٩-٢): جفاف الأوراق المصابة بالبياض الزغبى وموتها من القمة.

يزداد انتشار المرض فى الجو الرطب؛ لذا .. فإنه ينتشر بدرجة أكبر فى الوجه البحرى عنه فى الوجه القبلى. وتساعد الرياح على انتشار الجراثيم الكونيدية للفطر، والتى تبرز على حواملها الجرثومية من خلال الثغور. وتساعد الرطوبة العالية على إنبات هذه الجراثيم؛ لذا .. فإن المرض ينتشر بسرعة فى الفترات التى يسودها الضباب والندى والمطر، كما تزداد الإصابة عندما يأتى نهار دافئ بعد ليل بارد رطب، حيث تنتج الجراثيم بوفرة أثناء الليل، ثم تنبت أثناء النهار. هذا إلا أن الفطر يتحمل مدى حراريًا واسعًا يتراوح بين ٤ و ٢٥°م.

وتساعد زيادة كثافة الزراعة والرى بالرش على سرعة انتشار المرض.

المكافحة

يكافح مرض البياض الزغبى فى البصل بمراعاة ما يلى:

١ - التخلص من بقايا المحصول السابق، حتى لا تكون مصدرا لبدء الإصابة.

٢ – اتباع دورة زراعية رباعية.

٣ – الزراعة فى أرض نظيفة جيدة الصرف.

٤ – زراعة بذور، وأبصال، وبصيلات خالية من الفطر المسبب للمرض.

٥ – يمكن معاملة البصيلات حراريًّا لقتل الفطر الذى قد يتواجد فيها، وذلك بتركها فى الشمس لمدة ١٢ يومًا بشرط أن ترتفع الحرارة إلى مالا يقل عن ٤١°م لمدة ٤ ساعات – على الأقل – يوميًّا .

٦ – عدم زراعة الحقول المخصصة لإنتاج البذور بالقرب من حقول الإنتاج التجارى للبصل.

٧ – زراعة الأصناف المقاومة للمرض، إلاّ أن عددها محدود، ومن أمثلتها كال رد Cal Red.

٨ – عدم زيادة كثافة الزراعة.

٩ – عدم الإفراط فى التسميد الآزوتى.

١٠ – الرش الوقائى بالمبيدات، ويستخدم لذلك أحد المبيدات التالية:

كوبرا نتراكول ٢٥٪ مسحوق قابل للبلل بتركيز ٠,٢٥٪.

أنتراكول بتركيز ٠,٢٥٪.

ساندوكور م بتركيز ٠,٢٥٪.

كوبربين بتركيز ٠,٢٥٪.

ريدوميل بلس ٥٠٪ مسحوق قابل للبلل بتركيز ٠,١٥٪.

جالبين نحاس ٤٦٪ مسحوق قابل للبلل بتركيز ٠,٢٥٪.

اكروبات نحاس ٤٦٪ مسحوق قابل للبلل بتركيز ٠,١٥٪.

ريدوميل م. ز ٥٨ بتركيز ٠,٢٥٪.

دياثين م ٢٢ بتركيز ٠,٢٥٪.

ويضاف إلى محلول الرش مادة لاصقة، مثل: ترايتون ب ١٩٥٦، بمعدل ٥٠ مل (سم^3) لكل ١٠٠ لتر ماء. وتتم الرشة الأولى بعد الشتل بحوالى شهر، ويستخدم فيها ٤٠٠ لتر من محلول

الرش، ثم يكرر الرش كل ١٠ أيام-١٥ يومًا على الأكثر إلى ما قبل الحصاد بنحو ٣-٤ أسابيع، مع زيادة كمية محلول الرش إلى ٦٠٠ لتر حسب حجم النباتات. وعند كثرة الأمطار يكرر الرش كل ٧ أيام.

ويفضل دائمًا تبادل استعمال المبيدات المستعملة فى المكافحة عند تعدد الرشات.

١١ - المكافحة الحيوية باستعمال بلانت جارد ٣×١٠^٧ جرثومة/مل (سم^٣) بمعدل ٢٥٠مل/١٠٠لتر ماء.

اللطعة الأرجوانية

يحدث مرض اللطعة الأرجوانية **purple blotch** بسبب الفطر ***Alternaria porri*** الذى يصيب أيضًا كل من الثوم، والكرات، وبعض الخضر الثانوية الأخرى التابعة للجنس ***Allium***. ويصيب الفطر جميع أجزاء النبات، ويسبب أضرارًا كبيرة للمحصول التجارى، ومحصول البذور، وللبصل المخزن لفترات طويلة.

الأعراض

تبدأ الإصابة - على الأوراق أو الحوامل النورية - على شكل بقع صغيرة بيضاء اللون وغائرة قليلا ذات مركز (مطاول)، ولا تلبث هذه البقع أن تزداد فى الحجم، إلى أن تحيط بالجزء المصاب (شكل ٩-٣، يوجد فى آخر الكتاب). ويكون مركز البقع أرجوانى اللون، بينما تكون حافتها مشوبة باللون الأصفر، ولاتزداد مساحة البقع المصابة عادة إذا كانت الرطوبة النسبية أقل من ٧٠٪، بينما تنتشر الإصابة بسرعة فى الجو الرطب إلى أن تنهار أوراق النباتات بعد حوالى ٣-٤ أسابيع من بدء الإصابة. وإذا أصيبت النباتات وهى صغيرة، فإنها تتوقف عن النمو ولا تنتج أبصالاً.

كذلك تصاب الأبصال بعفن طرى ذى لون أصفر ضارب إلى الحمرة، وتبدأ إصابتها عند الرقبة وقت الحصاد، ثم تنتشر فى باقى أجزائها. وتؤدى الإصابة إلى انكماش حراشيف الأبصال، وتغير لون الحراشيف الخارجية إلى اللون الأصفر، ثم إلى الأسود أو البنى الداكن.

الظروف المناسبة للإصابة

على الرغم من أن الفطر ينتقل عن طريق البذور، إلا أن دورها فى بدء الإصابات الوبائية

بالمرض لم يؤكد بعد. وتعد بقايا نباتات البصل المصابة من أهم مصادر الإصابة بالمرض، حيث يمكن أن تعيش الجراثيم الكونيدية فى الطبقة السطحية من التربة لعدة شهور.

وتشتد الإصابة فى الأوراق الحديثة عندما تصاب أولاً بحشرة التربس، حيث تشكل مواقع تغذية الحشرة منفذًا جيدًا للإصابة بالفطر (Mckenzie وآخرون ١٩٩٣)، هذا .. إلا أن الإصابة قد تحدث إما من خلال الثغور، وإما من خلال طبقة الأديم مباشرة، كما قد تحدث من خلال الجروح فى الأبصال.

وأنسب الظروف لتجرثم الفطر تكون عند درجة حرارة ٢٥ْم، ويتراوح المجال المناسب بين ٢١ْم و ٣٠ْم، وتزداد شدة أضرار الإصابة بالمرض مع زيادة عمر الأوراق، وكلما تقدم النبات فى العمر. كما وجد ارتباط موجب بين عدد البقع المرضية وبين فترة تواجد الندى (Everts & Lacy ١٩٩٦).

وتنتشر الجراثيم الكونيدية للفطر المسبب للمرض بواسطة التيارات الهوائية، ورذاذ المطر، كما تبقى فى بقايا النباتات فى التربة.

المكافحة

يكافح مرض اللطعة الأرجوانية بمراعاة ما يلى:

١ – التخلص من بقايا النباتات الموجودة فى الحقل، وتحسين الصرف.

٢ – اتباع دورة ثلاثية أو رباعية.

٣ – زراعة الأصناف المقاومة علمًا بأنها قليلة. ومن الأصناف التى أظهرت بعض المقاومة: يلو كريول Yellow Creole، ورد كريول Red Creole، وهوايت مكسيكان White Mexican، وبِرجَندى أحمر Burgundy Red.

٤ – يستعمل الفطر *Aureobasidium pullulans* فى المكافحة الحيوية للمرض، وهو من الفطريات المترممة على الأوراق، ولايعرف دوره فى المكافحة الحيوية لفطر اللفحة الأرجوانية على وجه التحديد.

٥ – زيادة معدلات التسميد بسوبر فوسفات الكالسيوم، والأسمدة البوتاسية، والاعتدال فى التسميد الآزوتى (Maude ١٩٩٠ أ).

٦ – يعتبر الرش الوقائى بالمبيدات الفطرية المناسبة من أنسب طرق مكافحة المرض،

ويستعمل مع المرض نفس البرنامج المستخدم فى مكافحة مرض البياض الزغبى. وقد تفيد مع المرضين - مبيدات فطرية أخرى، مثل: المانكوزب والنابام.

الصدأ

يسبب الصدأ Rust فى البصل الفطر *Puccinia allii* (سـابقًا: *Puccinia porri*)، ومـن عوائله الأخرى: الثوم، والشالوت، والكرات. كذلك يصاب البصل بفطـر آخـر مـن فطريـات الأصداء، هو *P. asparagi*، وهو الفطر الذى يسبب مرض الصدأ لمحصول الهليون.

الأعراض

يصيب الفطر الأول أوراق وساق نبات البصل، حيث تظهر على الأوراق والحوامل النورية للنبات بقع طويلة ذات لون أخضر مصفر، لاتلبث أن تتفتح طوليًا، وتظهر منها كتـل صفـراء مائلة إلى اللون البرتقالى من جراثيم الفطر، تكون على شكل بثرات برتقالية اللون. وقد تمـوت الأوراق فى حالات الإصابة الشديدة، كما تكون الأبصال المتكونة صغيرة الحجم.

ولا يختلف مظهر الإصابة بالفطر الثانى (*P. aspargi*) إلا فى أن البثرات المتكونـة تكـون صفراء ذهبية اللون.

الظروف المناسبة للإصابة

تنتشر الإصابة فى الجو الرطب مع الحرارة المعتدلة إلى المنخفضة. ويناسب الإصابة زيـادة كثافة الزراعة، وزيادة التسميد الآزوتى، ونقص التسميد البوتاسى.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ - اتباع دورة زراعية رباعية أو خماسية، والاهتمام بتحسين الصرف.

٢ - استخدام بذور خالية من الإصابة فى الزراعة.

٣ - من المبيدات التى يمكن استعمالها فى مكافحة المرض: ميترام Metiram (١,٥ كجم مادة فعّالة/هكتار) وبنودانيـل benodanil، ومـانيب maneb، ومـانكوزب Mancozeb (1986 Tropical Development and Research Institute).

الجذر الوردى

يسبب الفطر *Phoma terrestris* (سابقًا: *Pyrenochaeta terrestris*) مرض الجذر الوردى فى كل من البصل، والثوم، وعدد من الثوميات الأخرى، ونباتات أخرى كثيرة تنتمى إلى ٤٥ جنسًا، وتضم إلى جانب الثوميات – القاوون، والجزر، والقنبيط، والخيار، والباذنجان، والبسلة، والفلفل، والسبانخ، والطماطم، واللوبيا، والبطاطا، وفاصوليا الليما، ومحاصيل الحبوب، وعديد من الحشائش العريضة الأوراق، والحشائش النجيلية (عن Chupp & Sherf ١٩٦٠، وColeman وآخرين ١٩٩٧).

الأعراض

تحدث الإصابة فى أى مرحلة من نمو النبات، وتموت النباتات إذا أصيبت البادرات وهى صغيرة. تشتد الإصابة فى الجو الحار، خاصة عند بدء تكوين الأبصال، وتبقى الإصابة محصورة لفترة طويلة فى الجذور والساق القرصية؛ مما قد يؤدى إلى عدم ملاحظة المرض فى بدايته. تتلون جذور النباتات المصابة باللون الوردى، ثم تجف وتموت (شكل ٩-٤، يوجد فى آخر الكتاب)، ويستمر النبات فى تكوين جذور جديدة لتصاب بدورها، وهكذا إلى أن يستهلك مخزون النبات من الغذاء فى تكوين الجذور، فتصبح الأبصال المتكونة صغيرة الحجم وغير صالحة للتسويق، ويمكن اقتلاعها من التربة بسهولة.

وتبدو النباتات المصابة متقزمة وصفراء اللون، وتموت أوراقها وتجف تدريجيًّا من القمة نحو القاعدة وكذلك تصاب الأوراق الخارجية الجافة المغلفة للبصلة. وتتشابة أعراض الإصابة التى تظهر على الأوراق مع أعراض نقص الرطوبة الأرضية.

هذا .. وتتكون جراثيم الفطر السوداء اللون على الجذور المصابة التى تنكمش وتموت فى نهاية الأمر.

الظروف المناسبة للإصابة

يعيش الفطر المسبب للمرض ويتكاثر فى التربة، وينتقل فيها مع ماء الرى، وعند انتقال التربة بالآلات المستخدمة فى إعداد الأرض. ولا يتأثر نشاط الفطر بالرطوبة الأرضية، ولكن يزداد نشاطه كثيرًا عند ارتفاع درجة الحرارة، حيث يناسبه مجال يتراوح بين ٢٤°م و ٢٨°م.

المكافحة

يكافح المرض باتباع الوسائل التالية:

١ - اتباع دورة زراعية مناسبة لا تزرع فيها المحاصيل التى تصاب بالفطر المسبب للمرض، وهى كثيرة؛ مما يجعل الدورة غير عملية.

٢ - استخدام شتلات سليمة خالية من الإصابة.

٣ - زراعة الأصناف المقاومة الكثيرة التى تتوفر فى مختلف مجاميع الأصناف، وكذلك فى بعض أصناف البصل الأخضر، مثل : Beltsville Bunching .

تتضمن المقاومة للفطر عاملين، هما: مقاومة الجذور للإصابة بالفطر، وقدرة النبات على تكوين جذور جديدة بعد الإصابة، ولا ترتبط المقاومة للجذر الوردى - بدرجة عالية - بالإصابة بعفن القاعدة الفيوزارى (Thornton & Mohan ١٩٩٦).

٤ - بسترة التربة بالأشعة الشمسية (تشميس التربة Solarization) (وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية ١٩٩٧)، أو تبخيرها ببروميد الميثايل (Sumner وآخرون ١٩٩٧).

وقد وجد Hartz وآخرون (١٩٨٩) أن بسترة التربة بالأشعة الشمسية Soil Solarization، أو تبخيرها بالميتام صوديوم Metam-Sodium قضى على مرض الجذر الوردى فى الحقل وأدى إلى تحسين النمو والمحصول، كما قضت كلتا المعاملتين - فى المشتل - على المرض فى الشتلات، ولكنها لم تحم النباتات من الإصابة بعد الشتل فى حقول ملوثة بالفطر.

العفن الأبيض

يسبب الفطر *Sclerotium cepivorum* مرض العفن الأبيض White Rot فى البصل ومعظم النباتات التابعة للجنس *Allium*، بما فى ذلك الثوم، والكرات، وجميع الخضر الثانوية التابعة لهذا الجنس. ويعد هذا المرض من أخطر أمراض البصل فى مصر، وهو ينتشر فى مناطق زراعة البصل التقليدية فى محافظات بنى سويف، والمنيا، وأسيوط، وقنا، وسوهاج.

ظهر هذا المرض لأول مرة فى مركز مغاغة بمحافظة المنيا فى عام ١٩٢٩م، ولكنه لم ينتشر فى جنوب المنيا، وذلك لعدم وجود مساحات كبيرة مزروعة بالبصل فى أسيوط، ونتيجة لإنتاج الشتلات داخل المحافظة.

انتشر المرض كثيرًا بعد التحول من نظام رى الحياض إلى نظام الرى الدائم للأسباب التالية:

١ – كانت الأرض تترك صيفًا بدون زراعة فى نظام الحياض، وقد كان ذلك كفيلاً بالحد من خطورة الفطر المسبب للمرض، والذى تموت أجسامه الحجرية (التى تعيش فى التربة وتصيب النباتات) عندما ترتفع حرارة التربة إلى ٦٠°م لمدة ١٠ دقائق فقط.

٢ – كانت مياه الفيضان تأتى سنويًّا بطبقة جديدة سميكة من الطمى، فكانت الإصابات السابقة تدفن على عمق كبير لا يضر بالنباتات.

٣ – أدى نظام الزراعة الحراثى كذلك إلى انتقال الأجسام الحجرية للفطر مع ماء الرى.

كذلك انتشر المرض بسبب ترك الحيوانات المزرعية لترعى فى حقول البصل؛ مما ساعد على انتشار الفطر مع الأسمدة الحيوانية، وذلك لأن الأجسام الحجرية تمر سليمة خلال الجهاز الهضمى للحيوان.

ولمزيد من التفاصيل الخاصة بتاريخ تطور مرض العفن الأبيض فى مصر .. يراجع Entwistle (١٩٩٠).

الأعراض

تصاب النباتات بالفطر المسبب للمرض فى أى مرحلة من مراحل نموها، ويصاحب الإصابة ضعف فى النمو، واصفرار الأوراق وذبولها من القمة نحو القاعدة، وقد تذبل النباتات الصغيرة وتموت إذا حدثت الإصابة مبكرًا، ولكن الإصابة التالية يصاحبها تدهور تدريجى فى النمو النباتى. وتظهر هذه الأعراض على النموات الهوائية نتيجة لتغلغل النمو الفطرى فى الأجزاء الأرضية للنبات فى كل من الجذور، والساق القرصية، وقواعد الأوراق اللحمية.

يظهر على الأبصال المصابة زغب أبيض رمادى اللون هو ميسليوم الفطر، كما تظهر أجسام كروية سوداء بحجم رأس الدبوس، مغمورة فى الأنسجة المتحللة، وهى الأجسام الحجرية للفطر (شكل ٩–٥، يوجد فى آخر الكتاب). ويؤدى تعفن جذور النبات، وساقه القرصية، وقواعد الأوراق إلى سهولة اقتلاعه من التربة. أما الإصابات المتأخرة قرب نهاية موسم النمو، فإنها لاتؤدى إلى موت النباتات، وإنما تحدث بها تحللاً مبدئيًّا، ثم يتسمر نشاط الفطر فى المخازن (شكل ٩–٦) ليحدث عفنًا فى الأبصال (Walker ١٩٦٩).

وتكون الإصابات الحقلية - غالبا - فى أجزاء من الحقل مختلفة الشكل والمساحة (patches)، وهى الأماكن التى تكون ملوثة بالأجسام الحجرية للفطر من زراعات سابقة.



شكل (٩-٦): أعراض الإصابة بالعفن الأبيض فى المخازن. يلاحظ ظهور الأجسام الحجرية السوداء للفطر بكثافة عالية (عن Ramsey & Wiant ١٩٤١).

وبائية المرض والظروف المناسبة لانتشاره

من أهم مصادر الإصابة بالمرض، ما يلى:

١ - الأبصال، والبصيلات، والشتلات المصابة، لكن البذور نادرًا ما تكون مصدرًا للإصابة.

٢ - التربة ومياه الرى الملوثتان بالأجسام الحجرية للفطر.

٣ - الأسمدة العضوية غير التامة التحلل والتى قد تكون ملوثة بالأجسام الحجرية للفطر ويمكن للأجسام الحجرية للفطر - أن تعيش - فى غياب العائل لمدة ٨-١٠ سنوات أو أكثر من ذلك.

وتزداد شدة الإصابة فى الظروف التالية :

١ - نقص الرطوبة الأرضية؛ التى تجعل النباتات أكثر حساسية للإصابة.

٢ - توفر درجة حرارة منخفضة نسبيًا، تتراوح بين ١٥ْم و ٢٠ْم، علمًا بأن شدة الإصابة تنخفض بارتفاع درجة الحرارة عن ٢٤ْم، وأنه نادرًا ما تصاب النباتات بالمرض فى حرارة ٩ْم أو أقل من ذلك أيًا كانت الرطوبة الأرضية .

٣ - زيادة كثافة الزراعة؛ التى تزيد من الإفرازات الجذرية التى تنبه إنبات الأجسام الحجرية للفطر، كما تعمل على زيادة معدلات الإصابة بسبب تلامس أبصال النباتات مع بعضها البعض. هذا .. ولاتنبت الأجسام الحجرية للفطر إلا استجابة لإفرازات جذور أحد نباتات الجنس *Allium*، أو لمستخلصات منها. ونظرًا لأن المجموع الجذرى يكون أكبر فى النباتات الكبيرة القوية النمو عما فى النباتات الصغيرة؛ لذا .. تكون الأولى أكثر كفاءة فى إفراز المركبات التى تنبه الأجسام الحجرية للإنبات. وتزداد إفرازات الجذور؛ وبالتالى إنبات الأجسام الحجرية، كلما ازداد تعرض الجذور للتجريح.

٤ - كثافة تواجد الأجسام الحجرية للفطر فى التربة؛ علمًا بأن تواجد ٢-١٠ أجسام حجرية من الفطر فى كل كيلو جرام من التربة (بافتراض دقة الطريقة المتبعة فى استخلاص كل الأجسام الحجرية من التربة) يعنى توقع حدوث نسبة عالية من الإصابة قد تبلغ ٧٥٪ (عن Entwistle ١٩٩٠).

وقد وجد Abd El-Razik وآخرون (١٩٨٥) اختلافًا فى كثافة الأجسام الحجرية للفطر المسبب للمرض فى حقول محافظة أسيوط، وتراوحت أعدادها من صفر -٧٠ جسمًا حجريًا/١٠جم من التربة. وكانت العلاقة موجبة بين كثافة الأجسام الحجرية وقت الزراعة، وشدة الإصابة بالمرض وقت الحصاد. وكانت أكثر الأجسام الحجرية تأثيرًا فى إحداث الإصابة بالمرض هى تلك التى كانت على عمق يتراوح بين صفر و ٢٠ سم، بينما ظهرت أقل نسبة إصابة عندما كانت الأجسام الحجرية على عمق ما بين ٤٠ و٦٠ سم من سطح التربة.

المكافحة

يكافح مرض العفن الأبيض فى البصل باتباع الوسائل التالية:

١ - التخلص من بقايا المحصول السابق بكمرها جيدًا حتى ترتفع حرارتها إلى أكثر من ٣٥ْم.

٢ – تبوير الأرض صيفًا لأن الحرارة العالية تقضى على الأجسام الحجرية للفطر.

٣ – تجنب الزراعة فى الأراضى الغدقة الرديئة الصرف.

٤ – استخدام شتلات، وبصيلات، وأبصال سليمة فى الزراعة.

٥ – تجنب الزراعات الشتوية فى الأراضى الملوثة بالفطر.

٦ – الزراعة بالبصيلات، التى تؤدى إلى تبكير الحصاد بنحو شهرين، وبالتالى تجنب الظروف البيئية التى تساعد على زيادة شدة الإصابة بالمرض.

٧ – زراعة الأصناف المبكرة التى يمكن حصادها فى منتصف ديسمبر بدلاً من تلك التى يتأخر حصادها إلى شهر فبراير؛ وبذا يمكن تجنب الإصابات الشديدة. ومن أمثلة الأصناف المبكرة الصنف إكستر إيرلى يلو برمودا Extra Early Yellow Bremuda، والذى انخفضت فيه نسبة الإصابة إلى ٢٪ فقط، مقارنة بنسبة إصابة بلغت ٢٥٪–٣٤٪ فى الصنف جيزة ٦ (عن Entwistle ١٩٩٠).

٨ – إزالة النباتات المصابة من الحقل، وكذلك النباتات المجاورة لها، عندما تكون الإصابة قليلة.

٩ – تعقيم التربة بالإشعاع الشمسى solarization ، وهى عملية تقضى على ٩٦٪ – على الأقل – من الأجسام الحجرية للفطر حتى عمق ٢٥ سم (حيث يصل متوسط درجة الحرارة القصوى إلى ٣٨°م) بينما تقضى على جميع الأجسام الحجرية للفطر حتى عمق ١٥ سم (حيث تبلغ الحرارة أعلى من ذلك).

وفى محافظة سوهاج بمصر قضى تشميس التربة على نحو ٥٠٪–٦٧٪ من الأجسام الحجرية للفطر (عن Entwistle ١٩٩٠).

١٠ – تبخير التربة بالميتام صوديوم (فابام Vapam) عند زراعة البصل الأخضر للتصدير.

١١ – المكافحة الكيميائية للفطر فى البذور، والشتلات، والنباتات، والتربة بعد الزراعة، بأى من المعاملات التالية:

أ – معاملة البذور بالإبروديون iprodione، مع إضافته للتربة أيضًا فى بداية الربيع فى الزراعات الخريفية، أو بعد ٥ أسابيع من الزراعة فى الزراعات الصيفية (Dixon ١٩٨١).

ب – غمس الشتلات قبل زراعتها مباشرة فى محلول سوميسيلكس بمعدل ٤٠ جم/لتر، أو رونيلان بمعدل ٣٠ جم/لتر مضافا إليها التريتون ب–٦٠. وتربط الشتلات فى حزم صغيرة، بحيث تكون رؤوسها فى مستوى واحد لضمان وصول المبيد إلى كل الشتلات. ويستمر غمس الشتلات لمدة ٣–٥ دقائق، ثم تترك بعد المعاملة لتجف تمامًا قبل الزراعة (Abd-El-Razik وآخرون ١٩٨٨).

جـ – معاملة البذور بالبينوميل benomyl، كما أفادت معاملة البذور بكل من الفنكلوزولين Vinclozolin، والمكلوزولين Meclozolin بمعدل ٥٠ جم/كجم بذرة، ثم رش قواعد النباتات بنفس المبيدات بمعدل ١٠ جم فى ٣–١٠ لتر ماء/١٠٠ متر طولى من خطوط الزراعة مع تكرار المعاملة كل ٤ أسابيع.

د – تعفير البينوميل والثيوفانيت مثيل thiophanate-methyl على سطح التربة فى مواقع الزراعة.

هـ – معاملة التربة بمحلول من النابام أو الزينب عند الزراعة.

و – معاملة التربة بالإبروديون iprodione المحبب بمعدل ٦,٣ جم/م طولى من خط الزراعة، ثم معاملة قواعد النباتات بالمبيد ذاته بمعدل ٣,١ جم/ م طولى (حوالى ٢,٨ كجم/هكتار، أو نحو ١,٢ كجم/فدان) (Tropical Development Research Institute ١٩٨٦).

ز – حصل Fullerton وآخرون (١٩٩٥) على مكافحة جيدة بالمعاملة بأى من المبيدين تبوكونازول tebuconazole، وترايا داى مينول triadimenol، حيث حققت المعاملة مكافحة بلغت نسبتها ٨٥٪ – مقارنة بالكنترول – عندما استعمل أى من المبيدين رشًا على النباتات. كما حقق تبوكونازول مكافحة جيدة طوال موسم الزراعة عندما استعمل رشًا على سطح التربة بعد زراعة البذور مباشرة. وحُصل على أفضل مقاومة للمرض عندما عوملت البذور بمبيد بروسيميدون procymidone، ثم رشت النباتات بعد الإنبات بأى من البروسيميدون، أو التبوكونازول، أو الترايا داى مينول، علمًا بأن أى من المبيدين الأخيرين يمكن أن يحل محل البروسيميدون فى معاملة رش النباتات.

١٢ – المعاملة بالمستخلصات النباتية:

أدى غمس شتلات البصل فى محلول من السابونين Saponin بتركيز جرام واحدة لكل ١٠٠ مل (سم^{٣}) من الماء لمدة خمس دقائق إلى خفض معدل الإصابة بالعفن الأبيض. كذلك

أحدث خلط بقايا جذور البرسيم الحجازى بالتربة الملوثة بالفطر المسبب لمرض العفن الأبيض نتائج مماثلة. وكانت معدلات المكافحة مماثلة لتلك التى حُصل عليها من المكافحة بالسوميسيلكس والبنليت. هذا مع العلم بأن السابونين مركب مضاد للميكروبات يتواجد طبيعيًا فى عديد من محاصيل المراعى البقولية، ويستخلص - تجاريًّا - من البرسيم الحجازى (Omar وآخرون ١٩٩٦).

١٣ - المكافحة الحيوية

يوصى فى مصر بمعاملة الشتلات قبل زراعتها بأحد المستحضرات الحيوية التالية:

أ - فطر بنسيليوم جانسيليوم (يحتوى على ٥ × ١٠^١٠ جرثومة/مل (سم^٣) من المعلق) بمعدل ٤٠ لترًا/فدان.

ب - بلانت جارد (يحتوى على ٣ × ١٠^٧ جرثومة/مل) بمعدل ٣ لترات/٥٠ لتر ماء/فدان.

جـ - برموت مسحوق (يحتوى على ٥ × ١٠^٣ جرثومة/جم) بمعدل ٣كجم/٥٠ لتر ماء/فدان.

تغمس الشتلات فى معلق جراثيم الفطر قبل الزراعة مباشرة والرى، مع مراعاة عدم تعريض الشتلات للشمس بعد معاملتها (وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى - جمهورية مصر العربية ١٩٩٧).

وقد أمكن - فى مصر - مكافحة المرض بنسبة بلغت ٨٠٪ باستعمال فطر الميكوريزا *Trichoderma harzianum*، ولكن المكافحة بهذه الطريقة كانت أقل كفاءة عندما أجريت المعاملة بالميكوريزا فى الجو البارد وعندما أجرى الرى أكثر من مرة واحدة (عن Entwistle ١٩٩٠).

وتمكن Kay & Stewart (١٩٩٤) من مقاومة مرض العفن الأبيض حيويًّا بمعاملة التربة بأى من الفطريات *Chaetomium globosum*، أو *Trichoderma viride*، أو *T. harzianum*، حيث بلغ معدل المقاومة حوالى ٧٠٪ من معاملة الكنترول، وكانت مماثلة تقريبًا للمقاومة بمعاملة البذور بمبيد بروميسيميدون procymidone بمعدل ٠,٥ جم مادة فعالة لكل ١٠٠ جم من البذور. وقد أضيفت الفطريات إلى تربة الزراعة (الموجودة فى صناديق) على صورة مخلوط من: الرمل ونخالة القمح والبيئة المزروع فيها الفطر (المضروبة بالخلاط) بنسبة ١:١:٢، وذلك بمعدل ٠,١٪ من النخالة/جم

من التربة الجافة. أما إضافة الفطريات على صورة غطاء للبذور Seed Coatings، أو على صورة أقراص ألجينية alginate pellets فإنها كانت أقل كفاءة فى مكافحة المرض.

كذلك أدت عدوى نباتات البصل بفطر الميكوريزا *Glomus* sp. (عزلة Zac-19) إلى توفير حماية جوهرية للنباتات من الإصابة بالعفن الأبيض لمدة ١١ أسبوعا بعد الشتل. وحتى فى غياب الفطر المسبب للمرض .. أدت العدوى بالميكوريزا إلى زيادة محصول البصل بنسبة ٢٢٪ (Torres-Barragán وآخرون ١٩٩٦).

١٤ - زراعة الأصناف المقاومة:

لا تتوفر المقاومة للمرض فى البصل إلا فى بعض لوطات البذور من الصنف إيلسا كريج Ailsa Craig، والسلالة PI264650 (عن Entwistle ١٩٩٠).

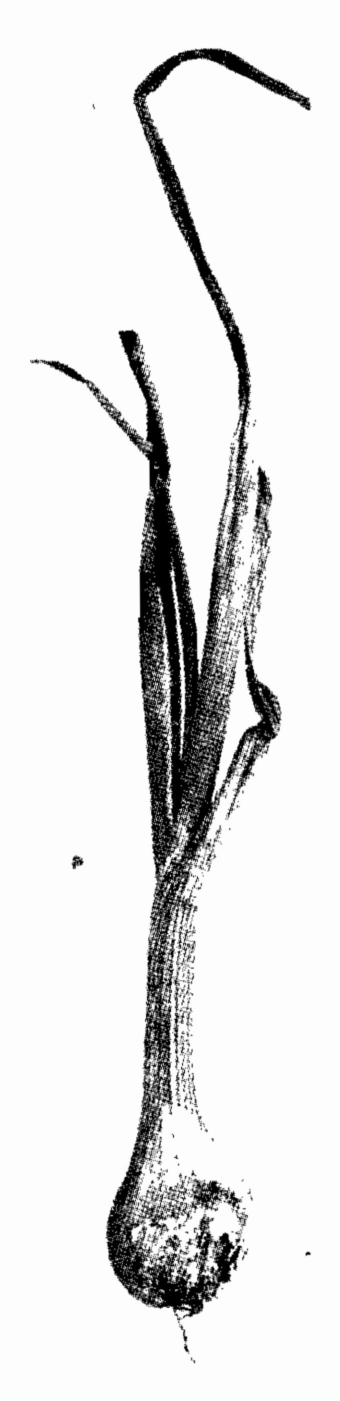
العفن القاعدى، وعفن الجذور الفيوزارى

يعتبر العفن القاعدى basal rot، وعفن الجذور الفيوزارى fusarium root rot عرضين لمرض واحد يسببه الفطر *Fusarium oxysporum* f. *cepae*، والذى يصيب أيضًا نبات الثوم، وبعض الخضر الأخرى الثانوية التابعة للجنس *Allium*، وخاصة *A. chinense* .

الأعراض

تصاب نباتات البصل فى جميع مراحل نموها، وإذا حدثت الإصابة فى الأطوار المبكرة من النمو، فإن الأوراق تصفر وتموت من القمة للقاعدة، كما تتحلل الأوراق اللحمية من القاعدة للقمة، وهو ما يعرف بالعفن القاعدى (شكل ٩-٧)، وتتحلل الجذور بصورة تدريجية، وهو العرض الثانى للمرض، وتظهر مكان الجذور كتلة من نمو أبيض يمثل غزل الفطر. وإذا حدثت إصابة متأخرة فى الحقل، فإنها لا تلاحظ قبل التخزين، ولكنها تؤدى إلى تحلل أوراق البصلة فى المخزن من قاعدة البصلة نحو قمتها (شكل ٩-٨، يوجد فى آخر الكتاب). هذا .. ويصاب نبات البصل جهازيًا، ويفرز الفطر سمومًا تؤدى إلى تلون الحزم الوعائية للنبات.

ومن أعراض الإصابة بالفطر الذبول الطرى فى البادرات، وتقزم النمو، والعفن القاعدى فى النباتات النامية، مع النضج المبكر، والعفن القاعدى فى المخازن. كذلك يظهر تحلل دقيقى المظهر على حراشيف البصل الخارجية.



شكل (٩-٧): أعرض الإصابة بالعفن القاعدى وعفن الجذور الفيوزارى فى الحقل.

الظروف المناسبة للإصابة

تحدث الإصابة من خلال الجروح التى تحدث بالأبصال أو فى الجذور نتيجة لتكــون جــذور جديدة تخترق الساق القرصية أثناء نموها، أو نتيجة لقرض الحشرات، أو للإصابة بــالأمراض الأخرى، أو عند إجراء عملية العزق. وأنسب درجة حرارة للإصابة وتقدم المرض هــى ٢٨°م، وتقل الإصابة تدريجيًّا بانخفاض درجة الحرارة عن ذلك إلى أن تنعدم فى حرارة ١٢°م. لــذا .. فإن حدة المرض تزداد فى المخازن غير المبردة.

وقد عزل الفطر من بذور البصل، ولكن لاتعرف أهمية دور البذور فى الإصابة بالمرض.

وتعيش الجراثيم الكلاميدية للفطر وهيفاته الساكنة فى الأنسجة النباتية المتحللة، كما تعيــش الجراثيم الكلاميدية فى التربة، وتعد مصدرًا للإصابة فى الحقل.

وينتقل الفطر كذلك عن طريق مياه الرى، ومع الأتربة التى تثيرها الرياح، وعن طريق الآلات الزراعة الملوثة.

المكافحة

يكافح المرض بصورة جيدة بمراعاة ما يلى:

١ - اتباع دورة زراعية مدتها ٣ أو ٤ سنوات.

٢ - العناية بإجراء عملية الحصاد فى الموعد المناسب، وإجراء عملية العلاج التجفيفى بصورة جيدة، مع فرز الأبصال المصابة واستبعادها قبل التخزين، والعناية بعملية التخزين.

٣ - زراعة الأصناف المقاومة، وهى كثيرة نسبيًّا، مثل: جرانكس، ويلو سويت سبانش.

٤ - تعقيم المشاتل.

٥ - غمس الشتلات قبل زراعتها فى الكابتان (٧ جرامات-١٥ جرامًــا مــن المــادة الفعالة/لتر)، أو الثيرام (٢,٥-٥ جم من المادة الفعالة/لتر).

٦ - معاملة البصيلات قبل زراعتها بالبينوميل ١٥٪ + مانكوزيب ٦٠٪، أو بمسحوق البينوميل.

٧ - المكافحة الحيوية:

أدت المكافحة الحيوية للفطــر *F. oxysporium* f. sp. *cepae* بــالفطر *Trichoderma*

harzianum (السلالة رقم ٣١٢) تحت ظروف الحقل إلـــى مكافحـــة مـــرض عفـــن القـــاعدة الفيوزارى بنسبة ٨٩٪، وتماثل ذلك مع مستوى المكافحة باستعمال المبيد بينوميـــل benomyl (Flori & Roberti ١٩٩٣).

وفى مصر .. يوصى بمعاملة الشتلات بفطر بنيسيليوم جانسيليوم (يحتوى على ٥ × ١٠^١٠ جرثومة/مل (سم^٣) من المعلق) بمعدل ٤٠ لترا للفدان.

اللفحة الجنوبية

يســـبب مـــرض اللفحـــة الجنوبيـــة Southern Blight الفطـــر *Sclerotium rolfsii* (أو *Corticium rolfsii*). ويصيب الفطر عددًا كبيرًا من الأنواع النباتية إلى جانب الثوميات.

الأعراض

تصاب جذور النباتات وقواعد الأبصال بالفطر وتتعفن، وتظهر الأعراض على الأوراق – قبل اكتمال موت الجذور – على صورة اصفرار من القمة باتجاه القاعدة، كما فـــى حالـــة الإصابـــة بالفيوزاريم. ويظهر نمو باهت من ميسيليوم الفطر على سطح التربـــة حـــول قـــاعدة النبـــات المصاب، وهو الذى تتكون فيه الأجسام الحجرية للفطر. وتكون الأجسام الحجرية فـــى البدايـــة طرية وبيضاء اللون، ولكنها تصبح – فيما بعد – صلدة وذات لون بنى فاتح إلـــى بنـــى قـــاتم، ويتراوح قطرها بين ٠,٥ ملليمترًا ومللميترين. وقد يظهر المرض فى الحقل فى بقع متنـــاثرة، حسب أماكن تواجد الأجسام الحجرية.

الظروف المناسبة للإصابة

يتواجد الفطر فى الأثنى عشر سنتيمترًا السطحية من التربة، ويتوقـــف نشاطـــه علـــى تواجد بقايا النباتات التى دخلت مرحلة الشيخوخة أو التى أصبحت ميتة.

وينشط الفطر فى حرارة ٢٧–٣٠°م، وخاصة عند توفر الرطوبة الأرضية.

المكافحة

يكافح مرض اللفحة الجنوبية بمراعاة ما يلى:

١ – اتباع دورة زراعية مناسبة تتضمن الحبوب والبطاطا.

٢ - تعقيم التربة بالتبخير، أو بالتشميس Solarization.

٣ - حراثة بقايا النباتات وقلبها عميقا فى التربة حيث لايكون الفطر نشطًا فى عمق يزيد عن ١٢ سم.

٤ - استعمال المبيدات الوقائية، مثل: الـ PCNP، إما عن طريق غمس الشتلات فى محول المبيد، وإما عن طريق إضافته إلى التربة (عن Entwistle ١٩٩٠).

عفن الرقبة الرمادى

يعرف مرض عفن الرقبة الرمادى باسم gray-mold neck rot، ويسببه الفطر *Botrytis allii*، وهو يختلف عن مرض عفن الرقبة الميسيلومى mycelial neck rot الذى يسببه الفطر *B. byssoidea*، ومرض عفن الرقبة ذى الأجسام الحجرية الصغيرة small-sclerotial neck rot الذى يسببه الفطر *B. squamosa* (يعرف حاليًا باسم *Sclerotinia squamosa*). ويمكن القول إن الفطريات الثلاثة تحدث مرض عفن الرقبة فى البصل، ولكن مع اختلافات قليلة فى أعراض الإصابة. ويُعد الفطر *B. allii* من أكثرها انتشارًا، وهو يصيب أيضًا كلا من الثوم والشالوت، ويسبب خسائر كبيرة لمحصول البصل فى المخازن، بينما يعد *B. byssoidea* أقلها أهمية.

الأعراض

على الرغم من أن الإصابة تبدأ فى الحقل إلا أنها نادرًا ما تصبح ملحوظة إلا بعد الحصاد. ويصيب الفطر *B. allii* البادرات أثناء بزوغها من التربة. وقد تُرى فى هذه المرحلة بقعًا ورقية بيضاء اللون، وقد تجف أطراف هذه الأوراق فيما بعد. وقد يُرى فى الحقل نموًّا كثيفًا من ميسيليوم الفطر وجراثيمه على الجزء العلوى من رقبة البصلة وقواعد الأوراق.

وتزداد البقع الورقية عند الإصابة بالفطر *B. squamosa* عما فى حالة الإصابة بالفطر *B. allii*، وتكون البقع بيضاء إلى رمادية اللون، يبلغ قطرها حوالى ٣ مم، ويتبع ظهورها موت أطراف الأوراق.

وقد تصاب أزهار النباتات بالفطر *B. allii* قبل تفتحها مباشرة، وتنتشر منها الإصابة إلى قاعدة النورة؛ مما يؤدى إلى سقوط الأزهار وعدم عقد البذور.

وتظهر الأعراض المميزة للإصابة على شكل بقع صغيرة بيضاء على الأنسجة اللحمية للأبصال، وذلك نتيجة لإفراز الفطر لإنزيم البكتينيز الذى يحلل مادة البكتين التى تعمل على لصق الخلايا المتجاورة، وتكبر هذه البقع مع تقدم الإصابة، وتصبح غائرة، ويتغير لونـــها إلى اللون الأحمر، وتبدو الحراشيف كالمسلوقة. ويلاحظ وجود حد فاصل بيـــن الأنســجة المصابة والسليمة (شكل ٩-٩، يوجد فى آخر الكتاب). تنتشر الإصابة بسرعة من رقبـــة البصلة (شكل ٩-١٠، يوجد فى آخر الكتاب) نحو قاعدتها، ويظهر على الأجزاء المصابـــة نمو زغبى رمادى عبارة عن هيفات وجراثيم الفطر المسبب للمرض (شكل ٩-١١، يوجـــد فى آخر الكتاب). وتتكون بعد فترة أجسام صغيرة صلبة سوداء علـــى الســطح الخـــارجى لقواعد الأوراق الحرشفية، وهى الأجسام الحجرية للفطر (شكل ٩-١٢، يوجد فـــى آخـــر الكتاب)، كما تظهر رائحة كبريتية للأبصال المصابة. ويؤثر المرض أيضًا على محصـــول البذور، حيث تصاب الحوامل النورية فى حقول إنتاج البذور.

ولا تختلف أعراض عفن الرقبة الرمادى عن عفن الرقبة الميسيلومى إلا فى أن الأخير يزداد فيه نمو وظهور هيفات الفطر على سطح البصلة، ويقل فيه تكون الأجسام الحجريـــة. أما عفن الرقبة ذو الأجسام الحجرية، فإنه لايظهر إلا فى الأصناف ذات الأبصال البيضـــاء، ويتقدم فيه العفن ببطء، وتظهر فيه الأجسام الحجرية الصغيرة للفطر (التى يتراوح قطرهـــا بين ٠,٥ و ١,٥ مم) بكثرة، وهى تكون فاتحة اللون فى البداية، ثم تتحـــول إلـــى اللـــون الأسود بعد ذلك.

دورة المرض والظروف المناسبة لانتشاره

يعيش الفطر فى التربة بواسطة الأجسام الحجرية التى تبقى ساكنة بها، وكذلك فى الأبصـــال المصابة التى يتم التخلص منها فى المناطق المجاورة للحقل. وعندما تتكـــون جراثيـــم الفطـــر، وتنتشر بواسطة الهواء، فإنها لا تتمكن من اختراق حراشيف الأبصال الخارجية الجافـــة إلا إذا جُرحَت؛ لذا .. فإن المرض لايلاحظ أبدًا فى حقول إنتاج البصل، وإنما يشاهد فقط فى المخـــازن وفى حقول إنتاج البذور.

ومن أهم مصادر الإصابة بعفن الرقبة: البذور المصابة، والبصيلات المصابة، والتربـــة الملوثة بالفطر، وبقايا النباتات الحاملة للفطر، والعوائل الأخرى القابلة لإصابة والتى تنمـــو بريًا فى حقول البصل أو مجاورة لها.

أما حقول إنتاج البذور، فإنها تصاب بالفطر نتيجة لاستخدام أبصال مصابة كتقاو، حيث تظهر الأعراض على الحوامل النورية، وتنتقل الإصابة منها إلى البذور، ثم إلى البادرات، فالأبصال .. وهكذا تستمر دورة المرض على محصول البصل.

وتلائم الفطر درجة حرارة مرتفعة نسبيًا تتراوح بين ١٥°م و ٢٠°م، كما تلائمه الرطوبة العالية فى المخازن، ووجود الجروح فى منطقة الرقبة عند الحصاد.

وقد أوضحت دراسات Stewart & Franicevic (١٩٩٤) على بذور مجموعة من سلالات البصل أن نسبة إصابتها بالفطر *Botrytis* قد تراوحت بين الصفر، و ٣١,٥٪، وكان *B. allii* أكثر الأنواع تواجدًا حيث بلغت نسبته ٨٧,٩٪، بينما كانت نسبة الأنواع الأخرى: *B. cinerea*، و*B. byssoidea*، و *B. squamosa* (*Selerotinia squamosa*) أقل من ١٠٪. وقد كانت إصابة البذور داخليًا، حيث لم يفلح تطهيرها سطحيًا فى تخليصها من الإصابة. كذلك وجد الباحثان أن الفطر *B. allii* ينتقل من البذرة إلى الورقة الفلقية، ثم إلى الأوراق الحقيقية وقواعدها. ووجدت علاقة موجبة بين مستوى إصابة البذور بالفطر *B. allii* وعفن الأبصال فى المخازن.

وتظهر الإصابة فى المخازن نتيجة لتخزين أبصال تحتوى بالفعل على الفطر المسبب للمرض قبل بدء عملية التخزين. وقد كان الاعتقاد السائد هو أن الفطر لا يصل إلى الأبصال إلا من خلال الأنسجة المجروحة فى البصلة وقت الحصاد. ولا شك أن نسبة كبيرة من الإصابة تحدث بهذه الطريقة، خاصة إذا أجرى الحصاد قبل اكتمال نضج الأبصال. ويساعد انخفاض درجة الحرارة وزيادة الرطوبة النسبية وقت الحصاد، وعدم إجراء عملية العلاج التجفيفى بصورة جيدة على زيادة شدة الإصابة، ففى هذه الظروف تكون الأنسجة اللحمية فى رقبة البصلة معرضة للجو الخارجى، مما يزيد من فرصة إصابتها بالمرض، ولكن ثبت منذ عام ١٩٧٧ أن المصدر الرئيسى لإصابة الأبصال فى المخازن هو البذور المصابة؛ فقد وجد أن الفطر يصيب البذور، ويمكن أن يظل ساكنًا بها لمدة ثلاث سنوات ونصف (كانت البذور مخزنة فى درجة حرارة ١٠°م، ورطوبة نسبية ٥٠٪). وعند زراعة هذه البذور، فإن البادرات النامية تصاب بالفطر من خلال قمة الورقة الفلقية التى تكون ملتصقة بغلاف البذرة المحتوى على الفطر. ولا يصاحب إصابة البادرة بهذه الطريقة ظهور أية أعراض عليها. ويستمر تواجد الفطر داخل النبات دون أن تظهر عليه أية أعراض كذلك، ولاتتكون الجراثيم الكونيدية إلا بعد أن تبدأ النموات الخضرية فى مرحلة الشيخوخة، وتصاب أوراق النبات بالفطر – وهى فى الحقل – واحدة بعد الأخرى، فتبدأ الإصابة فى قمة كل ورقة، وينمو الفطر لأسفل. وفى النهاية يصيب

الفطر رقبة البصلة من خلال الأوراق التى تبرز من قمة الرقبة، ويكون الفطر موجوداً ومتعمقاً فى أنسجة البصلة عند الحصاد، وذلك ليبدأ فى إحداث العفن فى الأبصال عند التخزين (عن Dixon ١٩٨١).

ينتقل الفطر *B. allii* عن طريق البذور التى يحمل عليها الفطر، أو يتواجد فى غلافها، ويؤدى تطهيرها إلى التخلص منه. وتحدث الإصابة من الفطر المحمول على البذور فى طور البادرة – كما أسلفنا – وذلك باختراقه لقمة الورقة الفلقية، ثم نمو الفطر داخليًا نحو قاعدتها، كما قد يصيب الفطر – أحيانًا – قاعدة أولى الأوراق تكونًا.

وعمومًا فإن الفطر ينمو نحو قواعد الأوراق حينما تبدأ الدخول فى مرحلة الشيخوخة. ولاتُنْتَج حوامل الجراثيم الكونيدية conidiophores إلا فى الأنسجة التى شاخت وقاربت على الموت، حيث تنطلق منها الجراثيم الكونيدية لتصيب قمة الورقة التالية .. وهكذا تستمر العملية. ويحدث فيما بعد – خلال موسم النمو – أن تصاب أطراف الأوراق التى تتكون من قواعدها الحراشيف الخارجية الجافة للبصلة، وينمو فيها الفطر داخليًا مخترقًا عنق البصلة ليحدث عفنًا فيها. ولاتظهر أى أعراض لعفن الرقبة فى الحقل، وإنما يتطور المرض أثناء تخزين الأبصال.

وعلى الرغم من أن الفطر يصيب الأنسجة الخضراء من الأوراق وينمو فيها، إلا أنه لايهاجم الحراشيف الجافة أو الأنسجة الخارجية من الرقبة على التو، ولكنه يبقى ساكنا فيها، وينشط عند اقترابها من مرحلة الشيخوخة. ونظرًا لأنه لا تظهر أية أعراض للإصابات الورقية عند الحصاد، فإنه لا يمكن – حينئذ – تمييز الأبصال السليمة عن المصابة؛ ولذا .. فإن أعراض عفن الرقبة لا تظهر إلا بعد التخزين (عن Maude ١٩٩٠ب).

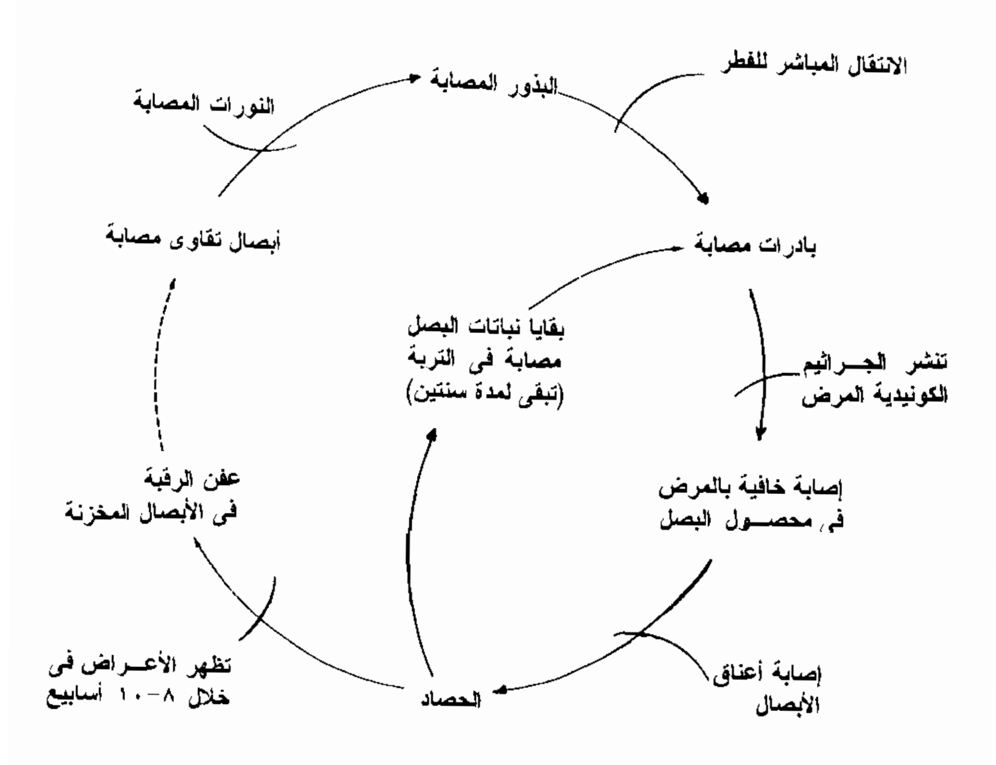
ويبين شكل (٩–١٣) دورة مرض عفن الرقبة والفطر *Botrytis allii* مسبب المرض.

المكافحة

يكافح مرض عفن الرقبة باتباع الوسائل التالية:

١ – إزالة بقايا النباتات المصابة من الحقل والتخلص منها قبل الزراعة.

٢ – عزل حقول إنتاج البذور عن حقول الإنتاج التجارى للبصل.



شكل (٩-١٣): دورة مرض عفن الرقبة والفطر *Botrytis allii* مسبب المرض.

٣ - استعمال بذور خالية من الإصابة بالمرض فى الزراعة.

٤ - تجنب التسميد الآزوتى الغزير.

٥ - اتباع دورة زراعية ثلاثية.

٦ - زراعة الأصناف الملونة فى الحالات التى تشتد فيها الإصابة، وذلك لأنها أكثر مقاومة من الأصناف البيضاء. ويرجع ذلك إلى احتواء الحراشيف الخارجية الجافة، وطبقة البشرة الخارجية للأوراق اللحمية بالأصناف الملونة على مواد فينولية تثبط نموات الفطر. ومع أنه كثيراً ما تشاهد أبصال ملونة وهى مصابة، إلا أن ذلك يرجع إلى تعرض الأوراق اللحمية المجروحة لجراثيم الفطر وقت الحصاد، حيث لا تجد أمامها المركبات التى تثبط نموها. وبالمقارنة .. نجد أن الأصناف ذات الأبصال البيضاء تزداد فرصة إصابتها بالمرض، نظراً

لأن جراثيم الفطر يمكنها النمو فى أى مكان تسقط عليه من أنسجة الأوراق اللحمية (عن Walker ١٩٦٩).

٧ – العناية بإجراء عملية الحصاد بعد تمام نضج الأبصال.

٨ – قطع النموات الخضرية فوق عنق الرقبة بمسافة سنتيمتر واحد، والاهتمام بإجراء عملية العلاج التجفيفى بصورة جيدة، ويساعد ذلك على عدم تسرب جراثيم الفطر المسبب للمرض إلى الأنسجة اللحمية القابلة للإصابة.

٩ – فرز المحصول قبل التخزين، واستبعاد الأبصال المصابة.

١٠ – التخزين فى مخازن نظيفة جيدة التهوية فى درجة الصفر المئوى، مع رطوبة نسبية ٦٥٪. (عن روبرتس وبوثرويد ١٩٨٦).

١١ – المكافحة الكيميائية:

أ – أدت معاملة البذور بمخلوط من الثيرام thiram والبينوميل benomyl بمعدل جرام واحد من المادة الفعالة من كل منهما مع كيلوجرام من البذور إلى القضاء على المرض فى المملكة المتحدة، وتأكدت هذه النتائج فى دول أخرى.

ب – أدى غمس شتلات البصل فى البينوميل بتركيز ١,٥ جم/لتر، ورش النباتات بالفولاتان Folatan (وهو مبيد حشرى) إلى خفض نسبة الإصابة بعفن الرقبة من ٨٠٪ إلى صفر ٪، بينما أدى استعمال البينوميل منفردًا إلى خفض نسبة الإصابة من ٨٠٪ إلى ٢٠٪ (Osman وآخرون ١٩٩١).

جـ – كذلك وجد Ahmed وآخرون (١٩٩١) أن غمس الشتلات فى البينوميل (على صورة المبيد بنليت ٥٠٪ مسحوق قابل للبلل) بتركيز ٢ جم/لتر كان أكثر كفاءة فى مكافحة عفن الرقبة المتسبب عن الفطر *B. allii* عند غمسها فى البروسيميدون procymidone (على صورة المبيد سوميسلكس Sumislex ٥٠٪ مسحوق قابل للبلل) بتركيز ٢٠ جم/لتر، وذلك فى صنف البصل جيزة ٢٠ تحت ظروف الحقل، حيث انخفضت الإصابة عند الغمس فى البينوميل إلى ٤,١٧٪ فقط. وبالنسبة لمكافحة المرض فى حقول إنتاج البذور كان نقع الأبصال المستعملة فى الزراعة فى البينوميل أفضل من نقعها فى البروسيميدون، أو الفنكلوزولين Vinclozolin (فى صورة المبيد رونيلان Ronilan ٥٠٪ مسحوق قابل للبلل

أو ٥٪ مسحوق رونيلان). وقد أفاد رش نباتات محصول الأبصال بالبينوميل أو البروسيميدون قبل الحصاد بنحو ٤ أسابيع إلى خفض الإصابة فى المخازن.

د – أفاد الرش بالكابتان ٢٥٪ بمعدل ٢,٥ كجم مادة فعّالة/هكتار (١,٠ كجم/فدان) وبالثيرام ٠,٥٪ بمعدل ٥ كجم مادة فعالة/هكتار (٢ كجم/فدان) كل ١٠-١٢ يومًا بدءًا من بعد الزراعة بثلاثة أسابيع .. أفاد ذلك فى مكافحة الفطر *B. allii* . كذلك أفاد الرش بالمبيد فنكلوزولين Vinclozolin بمعدل كيلو جرام واحد فى ٢٠٠ لتر ماء للهكتار (٠,٤ كجم/فدان) كل أسبوعين إلى أربعة أسابيع، حتى قبل الحصاد بنحو أربعة أسابيع .. أفاد ذلك فى مكافحة الفطرين *B. allii*، و*S. fuckeliana*، وأفاد الرش بالكلوروثالونيل chlorothalonil (٢,٥ كجم/هكتار)، والبينوميل benomyl (كيلوجرام واحد/هكتار)، والمانكوزب mancozeb (٢,٧كجم/هكتار) فى مكافحة إصابات الأزهار بالفطرين *S. fuckeliana* ، و *S. squamosa* (عن Tropical Development Research Institute ١٩٨٦).

٧ – أمكن مكافحة المرض فى حقول إنتاج البذور، وذلك بغمر الأبصال المستعملة كتقاوٍ لإنتاج البذور فى محلول بنليت بتركيز ٢ جم لكل لتر ماء، أو فى محلول سوميسيليكس بتركيز ٢٠ جم لكل لتر ماء لمدة دقيقة واحدة. وتجرى هذه المعاملة فى الحقل قبل الزراعة مباشرة.

اللفحات والتبقعات التى يسببها الفطر بوتريتس

سبق أن تناولنا بالدراسة ثلاثة أنواع من الفطر *Botrytis* كمسببات لثلاث حالات معروفة من مرض عفن الرقبة، وبيّنا أن أهمها هو عفن الرقبة الرمادى الذى يسببه الفطر *B. allii*. وبالإضافة إلى ذلك، فإن فطر البوترتيس يسبب أمراضًا أخرى للبصل، هى كما يلى:

١ – لفحة الأوراق leaf blight، ويسببها الفطر *B. squamosa* (يعرف حاليًا باسم: *Sclerotinia squamosa*). يصيب هذا الفطر البصل، والبصل اليابانى الأخضر *A. fistulosum*، ولكنه لا يصيب الشيف (chives) *A. schoenoprasum*.

٢ – تبقعات الأوراق leaf spots، ويسببها الفطر *B. cinerea*.

٣ – الصبغة البنية Brown stain، ويسببها الفطر *B. cinerea* .

٤ – لفحة الأزهار، وتسببها الفطريات *B. squamosa*، و *B. cinerea*، و *B. allii* (Hall ١٩٨٠).

الأعراض

تحدث الإصابة بالفطر عندما تصل جراثيمه إلى أوراق النبات أو أزهاره المبتلة بالماء، حيث تنبت ولكنها لا تستطيع اختراق الأنسجة السليمة. ومع ذلك .. فإنها تفرز مواد سامة تؤدى إلى قتل بعض الخلايا؛ مما يؤدى إلى ظهور البقع المتناهية الصغر على السطح النباتي. وعندما تصل جراثيم أخرى للفطر، فإنها تجد مسارات مفتوحة لها لإصابة النبات فى موقع هذه البقع. وتحدث الإصابات الحشرية والمرضية الأخرى تأثيرات مماثلة يمكن أن تبدأ منها الإصابة بفطر البوتريتس، ولا يستغرق الأمر بعد ذلك أكثر من أسبوع واحد لتظهر الإصابة الشديدة على صورة لفحات، أو تبقعات شديدة بالأوراق (شكل ٩-١٤، يوجد فى آخر الكتاب).

الظروف المناسبة لانتشار لفحات وتبقعات بوتريتس

تنتقل الإصابة بالفطر *B. allii* عن طريق البذور والأبصال المصابة، كما أنه يعيش فى بقايا النباتات فى التربة. ويناسب الإصابة الحقلية بالفطر حرارة تتراوح بين ٢٢ و ٢٣°م مع كثرة الأمطار، والرى بالرش. ويتميز الفطر *B. cinerea* (أو *Sclerotinia fuckeliana*) بأنه يعيش متطفلاً، كما يعيش رميًّا فى التربة، وبأنه له مدى واسعًا من العوائل يزيد عن المائتين.

المكافحة

تعالج هذه الأمراض بنفس البرنامج الوقائى المتبع فى مكافحة مرض البياض الزغبى.

وقد أفاد الرش الدورى بالمبيدين الفطرين ثيرام، وإبروديون iprodione.

كما وجد James & Sutton (١٩٩٦) أن معاملة البصل بالفطر *Gliocladium roseum* أدت إلى خفض أعداد جراثيم الفطر *Sclerotinia squamosa* بنسبة ٥٠٪-٨٥٪، وكانت كفاءتها فى مكافحة الفطر حوالى ٥٠٪ من كفاءة الرش بالمبيد كلورو ثالونيل (كتحضير تجارى: برافو ٥٠٠)؛ مما يجعل للمكافحة الحيوية بالفطر *G. roseum* دورًا هامًا ممكنًا فى تجنب الانتشار الوبائى لمرض لفحة الأوراق .

الاسوداد أو التهبب

يسبب الفطر *Colletotrichum circinans* مرض الاسوداد أو التهبب smudge فى البصل، والذى يصيب أيضا كل من الكرات أبو شوشة، والشالوت، ولكنه لا يصيب الثوم.

يظهر المرض بصفة أساسية على أصناف البصل البيضاء، ويؤدى إلى تدهور القيمة التسويقية للأبصال، وذلك نظرًا لما يحدثه بها من تلطخات سوداء اللون فى الحراشيف الخارجية. ولا يتعدى تأثير المرض فى المخازن أكثر من ظهور انكماش قليل فى الأبصال وتزريعها مبكرًا.

الأعراض

لاتظهر أعراض المرض إلا على الحراشيف الخارجية، والأجزاء السفلى من الأوراق التى لاتتشحم قواعدها. وتتكون تكتلات صغيرة من النمو الفطرى تحت طبقة (الأدمة) مباشرة يكون لونها أخضر قاتمًا فى البداية، ثم تتحول إلى اللون الأسود بعد ذلك. وتترتب هذه البقع غالبًا فى حلقات مشتركة المركز على الحراشيف الخارجية المصابة. وتشكل كل مجموعة من البقع المشتركة المركز بقعة واحدة صغيرة مستديرة الشكل غالبًا (شكل ٩-١٥، يوجد فى آخر الكتاب). وتتكون بهذه التكتلات الفطرية أجسام ثمرية فى الجو الرطب. وفى الحراشيف التالية يمكن رؤية بقع مماثلة محاطة بحافة صفراء. أما فى الأوراق اللحمية الداخلية، فإن المرض لايظهر إلا تحت البقع المتكونة فى الحراشيف الخارجية، ويكون على شكل بقع دقيقة غائرة لونها أبيض مائل إلى الصفرة، وقد تكبر هذه البقع دون أن تتكون بها أجسام ثمرية للفطر.

الظروف المناسبة للإصابة

يعيش الفطر غالبًا فى التربة بصورة رُمية، أو يبقى ساكنًا على شكل تكتلات من النموات الفطرية (stroma)، ويمكن أن يبقى فى التربة لسنوات عديدة فى غياب العائل. وتنبت الجراثيم الكونيدية جيدًا فى حرارة مقدارها ٢٠°م، ويزداد النمو الفطرى، وتظهر الإصابة سريعًا فى حرارة ٢٦°م، وعند زيادة الرطوبة الأرضية. وتعد الرطوبة النسبية العالية ضرورية لتكوين الجراثيم الكونيدية. وتنتشر هذه الجراثيم مع ماء المطر، وماء الرى بالرش، وتنتقل على الملابس والأدوات الزراعية.

المكافحة

يمكن مكافحة المرض بصورة جيدة باتباع الوسائل التالية:

١ - سرعة إجراء عملية العلاج التجفيفى للأبصال بعد الحصاد، وحمايتها جيدًا من الأمطار.

٢ - تخزين الأبصال فى درجة حرارة الصفر المئوى، ورطوبة نسبية ٦٥٪.

٣ – زراعة الأصناف المقاومة، وهى الأصناف غير البيضاء أيًا كان لونها، فجميع الأصناف ذات الحراشيف الخارجية الملونة تقاوم المرض، ويرجع ذلك إلى احتواء هذه الحراشيف على مواد تمنع إنبات جراثيم الفطر، وهى: الـداى هيدروكسـى فينـولات **O-dihydroxyphenols**، والكاتيكول **catechol**، وحامض البروتوكاتيكوك **protocatechuic acid**. ولا ترجع مقاومة هذه الأصناف إلى الصبغات الأنثوسيانينية التى توجد أيضًا فى الحراشيف الخارجية للأبصال الملونة.

التفحم

يحدث مرض تفحم البصل **onion smut** بسبب الفطرين ***Urocystis cepulae*** و ***U. colchici***، ويعد الفطر الأول أكثرهما انتشارًا. يصيب المرض أيضًا كلا من الكرات وبصل ولش، وعددًا من الخضر الأخرى التابعة للجنس ***Allium***، منها الثوم، والشالوت، وهو من أمراض البصل الهامة فى مصر.

تواجد الفطر وأعراض الإصابة

تكون نباتات البصل قابلة للإصابة بالفطر بدءًا من اليوم الثانى عقب الإنبات، إلى أن تتكون الورقة الأولى. وتحدث الإصابة عن طريق الورقة الفلقية فقط، فإذا لم تصب النباتات قبل ظهور أول ورقة، فإنها تبقى خالية من الإصابة، كما أن الفلقة تصبح غير قابلة للإصابة عند اقترابها من الحجم الكامل، وعليه فإن فترة قابلية النبات للإصابة لا تزيد عن ١٠–١٥ يومًا، كما أن النباتات لا تصاب بالمرض عند التكاثر بالبصيلات، أو عند زراعة شتلات سليمة بحقل توجد به جراثيم الفطر، على الرغم من أن البصل (القورمة) (أى المقوّر) – وبدرجة أقل – شتلات البصل المصابة – تعد من الوسائل المهمة للانتشار الواسع للفطر.

ينتشر الفطر من الفلقة فى نسيج البادرة إلى أن يصل إلى الأوراق، حيث تتكون البثرات المميزة للمرض تحت بشرة الورقة، وتكون داكنة اللون ومرتفعة قليلاً، وتمتد على الورقة بطول ملليمتر واحد إلى عدة ملليمترات، ولكن العديد من البثرات المتجاورة قد تمتد بطول الورقة التى تصبح ملتفة لأسفل، وتظهر بثرات مشابهة كثيرة بالقرب من قاعدة البصلة فى النباتات الكبيرة (شكل ٩–١٦). وأيًا كانت مرحلة النمو النباتى التى تظهر عليها الأعراض، فإن البشرة تتمزق فى موقع البثرات، وتظهر جراثيم الفطر على صورة كتلة من مسحوق أسود اللون (شكل ٩–١٧، يوجد فى آخر الكتاب)، وتنتشر هذه الجراثيم فى الحقل عن طريق الماء والأدوات والملابس.



شكل (٩-١٦): البثرات المميزة للإصابة بالتفحم فى البصل.

ينتشر الفطر بسرعة من ورقة لأخرى فى قاعدة النبات، وتموت معظم النباتات المصابة فى غضون ٣-٤ أسابيع، إلا أن بعضها يبقى ناميًا بحالة ضعيفة إلى منتصف موسم النمو، حيث تتكون أبصال مصابة تظهر على حراشيفها بثرات طويلة سوداء اللون. ولا تتعفن هذه الأبصال فى المخازن، إلا أنها تنكمش بسرعة، وتكون أكثر عرضة للإصابة بالكائنات الأخرى المسببة للعفن.

يؤدى المرض إلى غياب نسبة كبيرة من النباتات فى المشتل، ونقص المحصول نتيجة لضعف نمو النباتات التى لا تموت فى طول البادرة، وتحدث زيادة فى الفقد عند التخزين نتيجة

لسرعة انكماش الأبصال المصابة، وتعرضها للإصابة بالأعفان المختلفة. ويمكن للفطر أن يعيش لسنوات عديدة فى التربة فى غياب العائل.

الظروف المناسبة للإصابة

يناسب تطور المرض وتقدم الإصابة حرارة تتراوح بين ١٣ و ٢٢°م، وتقل الإصابة بانخفاض أو بارتفاع درجة الحرارة عن ذلك، وتنعدم الإصابة فى حرارة ٢٩°م، وذلك بسبب أن درجة الحرارة المرتفعة تؤدى إلى بطء نمو الفطر من جهة، وإلى سرعة نمو البادرات من جهة أخرى؛ مما يقلل من الفترة التى يكون فيها النبات قابلاً للإصابة.

يمكن أن يعيش الفطر فى التربة لمدة تصل إلى ١٥ عامًا، حيث يتواجد على صورة كرات جرثومية تشبه الجراثيم الكلاميدية. وينتشر الفطر عن طريق البصيلات والشتلات المصابة، والهواء، ومعدات الزراعة الملوثة.

المكافحة

يكافح المرض باتباع الوسائل التالية:

١ – معاملة البذور بكميات كبيرة من بعض المبيدات، مثل الثيرام بمعدل ١٠٠ جم/كيلو جرام من البذرة.

٢ – زراعة شتلات سليمة.

٣ – زراعة الأصناف المقاومة إن توفرت. وقد أمكن نقل المقاومة من النوع *A. fistulosum* إلى أصناف تجارية من البصل. ومن أصناف البصل التجارية المقاومة للفطر الهجين **Hardy White Bunching**.

العفن الأسود

يسبب الفطر *Aspergillus niger* مرض العفن الأسود **black-mold** فى البصل وعديد من محاصيل الخضر الأخرى. ويعتبر الفطر المسبب للمرض من الفطريات الرُّمية التى تعيش فى التربة لسنوات عديدة مترممة على أى مادة عضوية متحللة. وينتج الفطر أعدادًا كبيرة من جراثيم سوداء تنتشر مع الهواء، أو مع المياه، أو على أى جسم متحرك.

الأعراض

يُصاب البصل فى أى مرحلة من مراحل نمو النبات، كما تصاب الأبصال فى المخازن؛ إذ يعتبر المرض من أهم أمراض المخازن. وتحدث الإصابة متى وجدت الجروح التى قد يسببها العزق، أو أكل الحشرات أو الإصابات المرضية الأخرى، وتبدأ الإصابة غالبا من قمة البصلة، وتتجه نحو قاعدتها. ويصبح النسيج المصاب مائى المظهر، ثم يظهر نمو فطرى أبيض اللون بين الحراشيف اللحمية، يليه ظهور أجسام حجرية صغيرة جدًا فى الحراشيف، وبين بعضها البعض، ثم تظهر بعد ذلك جراثيم الفطر الكونيدية السوداء اللون على سطح الحراشيف الخارجية والداخلية على حد سواء. وتؤدى الإصابة فى النهاية إلى تشوه منظر البصلة، وانكماش الحراشيف وسقوطها، وضعف مقدرتها على التخزين (شكل ٩-١٨).

ويمكن التمييز بسهولة بين العفن الأسود والتفحم، حيث يسهل فى حالة العفن الأسود مسح المسحوق الأسود (جراثيم الفطر) المتكون على السطح الخارجى للحراشيف وبين الحراشيف، بينما يصعب ذلك فى حالة التفحم.



شكل (٩-١٨): أعراض الإصابة بالعفن الأسود فى البصل (عن Walker ١٩٥٩).

الظروف المناسبة للإصابة

تزداد حدة الإصابة بالمرض عند تعرض الأبصال للمطر بعد الحصاد، وعند زيادة الرطوبة

النسبية فى المخازن. ويساعد ارتفاع درجة الحرارة على سرعة تقدم العفن. وغالبًا ما تحدث إصابات ثانوية بالبكتيريا المسببة للعفن الطرى فى الأبصال المصابة بالعفن الأسود.

يُحمل الفطر على البذور والأبصال، ويعد كلاهما من مصادر الإصابة الهامة. كذلك يعيش الفطر فى التربة، ليصيب الأبصال قبل الحصاد.

يناسب إنبات جراثيم الفطر حرارة ٣٠ْم عند رطوبة نسبية ١٠٠٪، ونحو ٤٠ْم عند رطوبة نسبية ٩٣٪. وإذا ما جرحت حراشيف البصل أو نزعت من الأبصال فإن الفطر يصيب الأبصال بسهولة فى حرارة ٣٠ْم ورطوبة نسبية ٨٠٪.

المكافحة

يكافح المرض باتباع الوسائل التالية:

١ - الاهتمام بمقاومة ذبابة البصل التى تحدث العديد من الجروح فى الأبصال.

٢ - الاهتمام بحصاد الأبصال بعد تمام نضجها وإجراء عملية العلاج التجفيفى بعناية، وفرز الأبصال قبل التخزين، واستبعاد الأبصال المجروحة والمصابة منها، وكذلك الأبصال المنزوعة القشرة.

٣ - عدم تجريح الأبصال عند تعبئتها ونقلها، مع مراعاة ألا تكون العبوات مضغوطة أكثر مما يجب، وأن يتم التداول بحرص.

٤ - التخزين فى مخازن باردة وجافة (Chupp & Sherif ١٩٦٠).

العفن الساقى الأسود

يسبب الفطر *Stemphylium botryosum* مرض عفن الساق الأسود black stalk، وتحدث الإصابة - غالبًا - بعد إصابة النبات بالبياض الزغبى. ويشتد المرض ويعُد خطيرًا فى حقول إنتاج البذور، حيث يؤدى إلى إضعاف الحوامل النورية قبل نضج البذور بفترة وجيزة؛ مما يؤدى إلى كسرها وانتثار البذور، كذلك يؤدى المرض إلى تدهور مظهر الأبصال قبل تسويقها، نظرًا لظهور جراثيم الفطر السوداء اللون على سطح الأبصال.

يكافح المرض باتباع وسائل الوقاية اللازمة، كما فى حالة الوقاية من البياض الزغبى.

الأمراض الفطرية الأخرى

يصاب البصل بعدد من الأمراض الفطرية الأخرى نوجزها فيما يلى:

المرض	المسبب	الأعراض المميزة للمرض
العفن الأزرق blue mold rot	*Pencillium* spp.	تتعفن الأبصال فى المخزن. ويظهر عليها نمو زغبى أزرق من جراثيم الفطر.
العفن الفحمى charcoal rot	*Macrophomina phaseolina*	تتعفن الأبصال فى المخازن. ويظهر عليها نمو مسحوقى أسود من جراثيم الفطر.
العفن الطرى الهلامى mushy rot	*Rhizopus stolonifer*	تتعفن الأبصال فى المخازن، وتصبح كتلة هلامية رخوة، وتظهر بها جراثيم الفطر السوداء اللون.
لفحة فللوستكتا phyllosticta leaf blight	*Phyllosticta allii*	تظهر تبقعات بالأوراق. وتنتشر بسرعة على شكل لفحة.
البياض الدقيق powdery mildew	*Oidiopsis taurica*	يظهر نمو مسحوقى أبيض اللون على سطح الأوراق.
عفن الجذور root rot	*Pythium ultimum*	تتعفن الجذور، ثم تموت النباتات
العفن المائى الطرى watery soft rot	*Sclerotunia sclerotiorum*	تتعفن الأبصال. وتصبح كتلة مائية رخوة، ويظهر عليها نمو أبيض من غزل الفطر.

ومن الفطريات الهامة الأخرى التى تصيب البصل أثناء نموه فى الحقل، ويمكن أن تنتقل معه إلى المخازن، كل من: *Pythium irregulare*، و *Rhizoctonia solani*

Sumner) وآخرون ١٩٩٧)؛ كما يصاب البصل بالأنثراكنوز الذى يسببه الفطر *Colletotrichum gloesporioides*، الذى ينتشر فى المناطق الاستوائية، ويصيب البادرات، والنباتات الكبيرة، والأبصال فى المخازن (عن Galván وآخرين ١٩٩٧).

العفن الطرى البكتيرى

تسبب عدة أنواع بكتيرية مرض العفن الطرى البكتيرى Bacterial Soft Rot فى البصل، وهى (عن Wright ١٩٩٣):

Pseudomonas marginalis

Erwinia carotovora subsp. *Carotovora*

P. viridiflava

P. gladioli pv. *allicola*

وتسبب البكتيريا *P. gladioli* pv. *allicola* – كذلك – المرض الذى يعرف باسم الحراشيف المنزلقة Slippery Skin فى البصل.

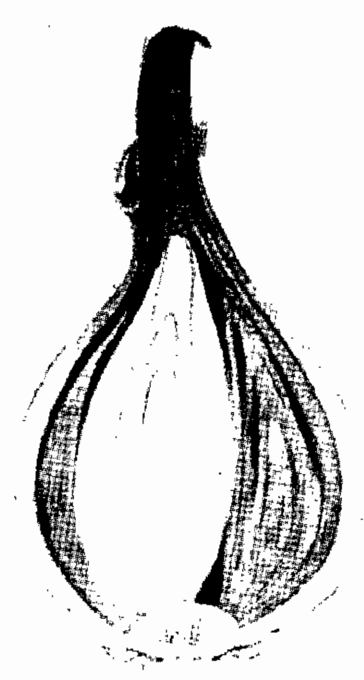
الأعراض

تحدث الإصابة بهذه الأنواع البكتيرية عن طريق التسلخات والجروح التى تحدث بالأبصال أثناء الحصاد. وهى تبدأ فى منطقة الرقبة، ثم تمتد لأسفل فى ورقة أو أكثر من الأوراق اللحمية (شكل ٩-١٩). وقد تبدأ الإصابة أحيانًا فى الحقل قبل الحصاد بفترة وجيزة، فيبدو النسيج المصاب مائى المظهر فى البداية، ثم يتحلل إلى عفن رخو لزج نوعًا ما، كما تنبعث من الأبصال المصابة رائحة كبريتية كريهة، وهو ما يميز الإصابة بهذا المرض عن الأعفان الأخرى. وعندما تنحصر الإصابة فى ورقة لحمية واحدة أو ورقتين – وهو الأمر الغالب – فإن الأعراض الخارجية للمرض تنحصر فى فقد الأبصال لصلابتها، مع ظهور إفرازات مائية من رقبة البصلة عند الضغط عليها من أعلى، وتتكون هذه الإفرازات من كتل الخلايا البكتيرية مختلطة بعصارة البصلة.

وتُحدث البكتيريا تأثيرها من خلال السموم والإنزيمات المُحللة التى تفرزها، والتى تؤدى إلى تحلل الصفيحة الوسطى وموت الخلايا قبل أن تتكاثر عليها البكتيريا.

وبالنسبة لمرض الحراشيف المنزلقة .. فإن البكتيريا *Pseudomonas gladioli* vp. *allicola* تحدث عفنًا شديدًا فى الأوراق اللحمية للبصلة. وتبدأ الإصابة من القمة، ثم تمتد نحو القاعدة فى واحدة أو أكثر من الأوراق اللحمية الداخلية، ويتبع ذلك انتقال الإصابة عبر الساق

القرصية إلى ورقة لحمية أخـرى .. وهـكـذا حتى تصاب جميـع الأوراق الداخلية للبصلـة. وبعد ذلك إما أن تجف البصلة وتذبل، أو تصاب بأعفان أخرى لتحدث بها عفنًا طريًّـا. وعندمـا تنحصر الإصابة في عدد قليل من الأوراق الداخلية، فمن الممكن أن ينزلق قلب البصلة (الأوراق التي توجد في المركز) ويخرج من قمتها، وذلك بالضغط عليها بقوة كافية عند القاعدة.



شكل (٩-١٩): أعراض الإصابة بالعفن الطرى البكتيرى ف البصل.

الظروف المناسبة للإصابة

تزداد الإصابة بالمرض عند اشتداد الإصابة بذبابة البصل، وذلك نظرًا لأن الحشـرة تحـدث جروحًا كثيرة أثناء تغذيتها؛ مما يشكل منافذ جيدة للإصابة بالبكتيريا، كما أن البكتيريـا يمكنـها البقاء في الجهاز الهضمي لليرقة وفي الذبابة؛ مما يساعد على انتشارها. وتعيش البكتيريا فـي التربة خلال فترة ما بين المواسم مترممة على بقايا النباتات.

وتشتد الإصابة عند ارتفاع درجة الحرارة حتى ٣٠ْم. ويلزم لحـدوث الإصابـة أن تكـون أنسجة البصلة مجروحة ومبللة؛ ولذا فإن الإصابة تشتد عندما تهطل أمطار غزيرة بعد عوامـل جوية مساعدة على إحداث الجروح، مثل الرياح الشديدة، أو سقوط البردْ.

وقد وجد أن إصابة البصل بالعفن الطرى البكتيرى فى المخازن تزداد بزيادة معدل التسميد الآزوتى (٢٤٠ كجم N/هكتار، مقارنة بـ ١٢٠ كجم N/هكتار)، وبالتسميد الآزوتى خلال المراحل الأخيرة من موسم النمو مقارنة بالتسميد المبكر، وفى حالة الرى بالرش أو هطول الأمطار خلال فترة العلاج الحقلى (Wright ١٩٩٣، و Wright وآخرون ١٩٩٣أ ، ١٩٩٣ ب).

المكافحة

يكافح المرض باتباع الوسائل التالية:

١ - مكافحة ذبابة البصل.

٢ - معالجة الأبصال جيدًا، وعدم تعريضها للأمطار خلال فترة المعاجلة الحقلية.

٣ - التخلص من الأبصال المصابة قبل التخزين.

٤ - التخزين فى درجة حرارة منخفضة، ورطوبة نسبية منخفضة.

الحراشيف الحامضية

يسبب مرض الحراشيف الحامضية Sour Skin البكتيريا *Pseudomonas cepacia*.

تصيب البكتيريا نبات البصل من خلال الجروح فى الأوراق الصغيرة وتتقدم إلى أسفل لتحدث عفنًا فى قواعدها المتشحمة المكونة للبصلة. وتصبح الورقة المصابة متعفنة عفنًا مائيًا عند رقبة البصلة وتأخذ لونًا أصفرًا أو بنيًا فاتحًا، وتكون لزجة نوعًا ما، ويمكن إزالتها بسهولة من النبات. وفى الحالات المرضية المتقدمة تأخذ قواعد الأوراق المصابة لونًا قاتمًا، وتنفصل عن الأجزاء السليمة من النبات، ويظهر الجفاف على أنصالها بدءًا من القمة إلى القاعدة (شكلا ٩-٢٠، و ٩-٢١، يوجدان فى آخر الكتاب).

ويأخذ المرض اسمه من الرائحة الحامضية التى تنبعث من الجزء المتعفن من البصلة، وربما كان ذلك بسبب الخمائر التى تأتى غالبًا بعد الإصابة بالبكتيريا.

ينتشر المرض فى نفس الظروف التى ينتشر فيها مرضا الحراشيف المنزلقة، والعفن الطرى البكتيرى. وتعيش البكتيريا المسببة لمرض الحراشيف الحامضية فى التربة، وفى بقايا النباتات التى تتواجد فيها، وتتحرك مع مياه الرى، كما وجدت البكتيريا على بذور البصل. وتنتشر البكتيريا بواسطة الأمطار ومياه الرى بالرش.

يكافح المرض برى البصل بطريقة الغمر بدلاً من الرى بالرش (Teviotdale وآخرون ١٩٩٠).

الأمراض البكتيرية الأخرى

يصاب البصل بمرضين بكتيريين آخرين، هما:

١ – اللفحة البكتيرية bacterial blight: تسببها البكتيريا *Xanthomonas* spp. (Garro & Paulraj ١٩٩٧).

٢ – تبقع الأوراق البكتيرى bacterial leaf spot: تسببه البكتيريا *Pseudomonas syringae*.

فيرس تقزم واصفرار البصل

يعد فيرس تقزم واصفرار البصل onion yellow dwarf virus من أهم الفيروسات التى تصيب البصل، ويسبب له مرضًا يحمل نفس الاسم. وهو يصيب أيضًا كلاً من الثوم، والكرات، وبعض الخضر الثانوية الأخرى التابعة للعائلة الثومية.

انتقال الفيرس

ينتقل فيرس تقزم واصفرار البصل بأكثر من ٥٠ نوعًا من المنّ، ولكن أهمها الأنواع الآتية: *Aphis rumicis*، و *A. maidis*، و *Rhopalosiphum prunifoliae*. ومع أن الفيرس قد وُجد فى حبوب اللقاح، إلاّ أنه لا ينتقل عن طريق البذور.

الأعراض

تظهر أول الأعراض على النباتات النامية من بصيلات مصابة على صورة خطوط قصيرة صفراء متوازية على الورقة الأولى، ثم تظهر أعراض مماثلة على الأوراق التى تظهر بعد ذلك، وقد تصبح الورقة كلها صفراء اللون. ويلى ذلك تجعد الأوراق وارتخائها إلى أسفل، وتصبح منضغطة وأقل انتفاخًا، ويبدو النبات متقزمًا. وتظهر خطوط مماثلة أيضًا على الحامل النورى، كما يتجعد ويلتوى، فيبدو النبات متقزمًا. تنتشر الإصابة فى الحقل ميكانيكيًّا، وبواسطة المنّ الذى ينقل الفيرس بمجرد التغذية على نبات سليم بعد تغذيته على نبات مصاب.

وتؤدى الإصابة إلى إنتاج أبصال صغيرة لا تصلح للتخزين، حيث تكون سريعة التزريع، وإلى نقص المحصول، ونقص عدد الأزهار فى النورة، ونقص محصول البذور، وضعف حيوية البذور الناتجة، ولكن الفيرس لاينتقل عن طريق البذور (عن Walkey ١٩٩٠).
وإذا حدثت الإصابة متأخرة، فإن النبات لا يتأثر، ولكنه يكون مصدرًا للمرض عند استخدام الأبصال المتكونة كتقاو فى الموسم التالى.

المكافحة

يكافح الفيرس باستخدام بصيلات وأبصال خالية من الفيرس فى الزراعة، ويتم ذلك بالاهتمام بحقول التقاوى، حيث تزرع فى مكان بعيد عن أى إصابة، ويكافح فيها بصورة جيدة، وتقلع كافة النباتات التى تظهر عليها أعراض الإصابة بالفيرس بمجرد التعرف عليها، كما تختبر التقاوى بزراعة عينات منها فى الصوبات لمعرفة محتواها من الفيرس، كما تفيد زراعة الأصناف المقاومة متى توفرت.

ميكوبلازما (أو فيكوبلازما) اصفرار الأستر

تسبب ميكوبلازما اصفرار الأستر aster-yellows mycoplasma مرضًا للبصل يحمل نفس الإسم، وهى تصيب عديد من المحاصيل الزراعية الأخرى والأعشاب الضارة. ومن أهم عوائلها الجزر، والخس، والكرفس، والأستر. وتنتقل الميكوبلازما بواسطة نطاطات الأوراق الحاملة لها.

الأعراض

تؤدى الإصابة المبكرة إلى اصفرار النباتات وتقزمها، بينما لاتظهر على النباتات التى تصاب متأخرة أية أعراض، ولكنها تكون حاملة للميكوبلازما. ويؤدى استعمال الأبصال المصابة كتقاو لإنتاج البذور إلى تشوه النورات، واستطالة أعناق الأزهار بصورة غير طبيعية، وعقم الأزهار، ونقص محصول البذور بشدة. وتحدث أعراض مماثلة إذا أصيبت حقول إنتاج البذور بالميكوبلازما عن طريق نطاطات الأوراق فى مرحلة مبكرة من النمو النباتى. ويكافح المرض بالاهتمام بمكافحة نطاطات الأوراق.

الأمراض النيماتودية

تقسيم النيماتودا التى تصيب البصل

تقسم النيماتودا التى تصيب البصل حسب موقع إصابتها للنبات وطريقة تغذيتها عليه، كما يلى:

١ - نيماتودا الجذور Root Parasites:

أ - المتطفلات الداخلية الثابتة فى مكانها Sedentary Endoparasites:

من أهمها نيماتودا تعقد الجذور Root Knot Nematodes، وهى تنتمى إلى الجنس *Meloidogyne*.

ب - المتطفلات الخارجية الثابتة فى مكانها Sedentary Ectoparasites:

من أهمها النيماتودا الكلوية Reniform Nematodes، وهى تنتمى إلى الجنس *Rotylenchulus*.

جـ - المتطفلات الداخلية المتحركة Migratory Endoparasites:

من أهمها ما يلى:

(١) نيماتودا التقرح Lesion Nematodes، وهى تنتمى إلى الجنس *Pratalynchus* .

(٢) النيماتودا الحافرة Burrowing Nematodes، وهى تنتمى إلى الجنس *Radopholus* .

د - المتطفلات الخارجية المتحركة Migratory Ectoparasites:

من أهمها ما يلى:

(١) نيماتودا الجذور القصيرة الغليظة Stubby Root Nematodes، أو نيماتودا تقصف الجذور، وهى تنتمى إلى الجنس *Trichodorus*.

(٢) النيماتودا الرمحية Lance Nematodes، وهى تنتمى إلى الجنس *Longidorus*.

(٣) النيماتودا الخنجرية Dagger Nematodes، وهى تنتمى إلى الجنس *Xiphinema*.

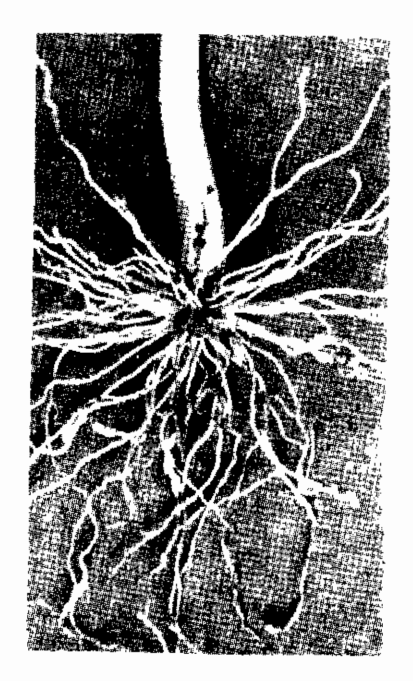
٢ - نيماتودا الساق والأوراق Stem amd Bulb Nematodes، وهى تنتمى إلى الجنس *Ditylenchus* (Green ١٩٩٠).

نيماتودا تعقد الجذور

إن أهم أنواع نيماتودا تعقد الجذور Root Knot Nematodes التى تصيب البصل، هى ما يلى:

M. javanica	*Meloidogyne incognita*
M. exigua	*M. arenaria*
M. hapla	*M. thamesi*

تفقس يرقات النيماتودا من البيض فى التربة، ثم تصيب الجذور بالقرب من القمة النامية، ثم تهاجر إلى طبقة البيريسيكل pericycle، حيث تستقر فيها. وعند اختراق اليرقات للجذور، فإن الجذور تتضخم فى مواقع الاختراق بزيادة الخلايا المحيطة بالنيماتودا فى العدد hyperyrophy، وفى الحجم hyperplasia؛ لتتكون عقدة جذرية root gall (شكل ٩-٢٢). وتتكون فى هذه العقد خلايا عملاقة giant cells تتغذى عليها النيماتودا لمدة أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع قبل أن تتحول إلى أفراد بالغة. وتستمر الإناث البالغة فى التغذية والنمو السريع بعد ذلك، ثم تبدأ فى وضع البيض بعد نحو أسبوع واحد من تحولها إلى فرد بالغ. تضع الإناث بيضها فى وسادة جيلاتينية تقوم بإفرازها. ويبرز البيض - عادة - من العقد الجذرية، ليفقس وتصيب اليرقات - التى تخرج منه - جذوراً جديدة؛ وبذا تستمر إصابة المجموع الجذرى للنبات أثناء نموه.



شكل (٩-٢٢): أعراض الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور فى البصل.

هذا .. ولاتحتاج الإناث إلى التخصيب لتنتج بيضًا، ولكن التلقيح قد يحدث عندما تتحول اليرقات النامية إلى ذكور؛ الأمر الذى يمكن أن يحدث فى الظروف غير المواتية أو غير المناسبة للنيماتودا. ولم يثبت بعد أن الأفراد التى تنتج من التزاوجات تظهر فيها انعزالات وراثية تكون أكثر توافقًا مع الظروف البيئية السائدة.

هذا .. ولايحدث النوع *M. hapla* عقدًا جذرية، كما أنه لا ينتشر فى المناطق الدافئة من العالم، بخلاف جميع أنواع الجنس *Meloidogyne* الأخرى المذكورة أعلاه.

النيماتودا الكلوية

تعتبر النيماتودا *Rotylenchulus reniformis* أهم أنواع النيماتودا الكلوية Reniform Nematode، وهى تتغذى خارجيًا ولكن بعد أن تُثَبِّت نفسها فى موقع من الجذر. تتواجد اليرقات والذكور فى التربة، ولكن الإناث تصيب الجذور بعد نحو أسبوعين من فقسها من البيض، ويكون ذلك قبل أن تصبح أفرادًا بالغة مباشرة. تخترق اليرقات القشرة، وتتغذى على الخلايا، وتُثَبِّت نفسها جزئيًا فى الجذر، وتستمر فى التغذية على خلايا القشرة، ثم تبدأ بعد نحو أسبوع فى وضع حوالى ٥٠-١٠٠ بيضة يوميًا فى التربة. وتصاب الجذور الأحدث تكونًا بالأجيال الجديدة من النيماتودا؛ مما يؤدى إلى تثبيط نمو النبات.

نيماتودا التقرح

تنتمى نيماتودا التقرح Lesion Nematodes إلى الجنس *Pratylenchus*، وأهمها *P. penetrans*، وتعد نيماتودا التقرح أكثر المتغذيات الداخلية المتحركة Migratory Endoparasities أهمية. تخترق النيماتودا الجذور قبل القمة النامية مباشرة، وتضع الإناث بيضها فى نسيج القشرة؛ لتفقس الأفراد الجديدة داخل الجذور . وتؤدى تغذية النيماتودا وحركتها داخل الجذر إلى تحلل الأنسجة وإفراز البولى فينولات منها، وتهتك البشرة، وتحليق الجذور. وتحدث أكثر الأضرار عندما تخترق النيماتودا نسيج البيريسيكل.

النيماتودا الحافرة

من أهم النيماتودا الحافرة Burrowing Nematode النوع *Radopholus similis*، وهو يتغذى مثل نيماتودا التقرح، ولكن يقتصر انتشاره على المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية. وتؤدى تغذية هذه النمياتودا إلى موت خلايا القشرة فى الجذور.

نيماتودا تقصف الجذور

من أهم أنواع نيماتودا تقصف الجذور (stubby root nematode) النوع *Paratrichodorus minor*. تؤدى الإصابة إلى سهولة تقصف القمم النامية للجذور، وقلة عددها، وقصرها، وزيادة سمكها، واصفرارها، وتلون قمتها باللون الأسود، ويتبع ذلك تقزم النبات ونقص المحصول.

النيماتودا الواخزة

من أهم أنواع النيماتودا الواخزة sting nematode النوع *Belonolaimus longicaudatus*، وهى تعيش خارج الجذور، وتتغذى بوخز الجذور لامتصاص العصارة.

نيماتودا الساق والأبصال

من أهم أنواع نيماتودا الساق والأبصال Stem and Bulb Nematodes النوع *Ditylenchus dipsaci*، وهى تصيب الثوم أيضًا، وتسبب لهما مرض يعرف باسم الانتفاخ bloat.

ومن العوائل الهامة الأخرى لهذه النيماتودا - بخلاف الثوميات - الجزر، والبنجر، والفاصوليا، والفول الرومى والبلدى. وتتوزع العوائل فى ٤٥ عائلة نباتية من مغطاة البذور، ولكن تعرف عدة سلالات من هذه النيماتودا، وتتخصص كل سلالة منها على مجموعة من العوائل. وتصاب الثوميات بجميع السلالات الثنائية المجموعة الكروموسومية من هذه النيماتودا.

لا تنتشر هذه النمياتودا إلا فى المناطق الباردة من العالم، وإذا وجدت أحيانًا فى المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية فإن ذلك يكون فى الهضاب المرتفعة التى تنخفض فيها درجة الحرارة.

الأعراض

تصيب النيماتودا النبات عن طريق العديسات والشقوق التى توجد فى الحراشيف الخارجية للأبصال تحت سطح التربة، وتعيش فى المسافات البينية بين الخلايا. وتفرز النيماتودا أثناء تغذيتها إنزيمات بكتوليتية Pectolytic Enzymes تذيب الصفيحة الوسطى وتؤدى إلى انفصال الخلايا عن بعضها؛ مما يسمح بسهولة حركة النيماتودا داخل الأنسجة.

وتؤدى إصابة قواعد أوراق البصلة إلى تفكك خلاياها وطراوة أنسجتها. وتكتسب الأجـزاء المصابة لونًا بنيًّا، وربما يحدث ذلك بسبب البولى فينولات التى تنطلق من الخلايا المصابة. وغالبًا ما تبقى الإصابة محصورة فى قواعد بعض الأوراق داخل البصلة، ويظهر ذلك عنـد عمل قطاع عرضى فى بصلة مصابة.

تتدلى أوراق النباتات المصابة وتكون أقصر من أوراق النباتات السليمة، ويظهر تفلق طولى بالبصلة ثم تتعفن فى النهاية، وتكون صغيرة وغير منتظمة الشكل، نظرًا للزيادة فى عدد وحجم الخلايا فى الأنسجة المصابة وتكوين عديد من النموات الجانبية بها. وتعيـش اليرقات فى الأبصال والأجزاء النباتية الجافة لمدة ٦ سنوات. وتتحمل اليرقـات والبيـض درجة حرارة التجمد، بينما تكون حساسة للحرارة المرتفعة.

انتقال النيماتودا والظروف المناسبة للإصابة

يمكن أن تنتقل النيماتودا عن طريق الأبصال، والبصيلات، والشتلات؛ الأمر الذى يسمح بوصولها إلى أماكن جديدة لم تكن متواجدة فيها من قبل. وعلـى الرغـم مـن أن هـذه النيماتودا يمكن أن تصيب بذور البصل – حيث تتواجد على الغلاف النورى – إلا أن نسـبة البذور المصابة تكون منخفضة جدًّا، ولاتتسبب فى أى أضرار اقتصادية، إلا فيمـا يتعلـق بانتقال النيماتودا عن هـذا الطريق إلى مناطق جديدة.

تنتقل النيماتودا من النباتات المصابة إلى التربة، وتعد بقايا النباتات المصابة فى التربة من أهم مصادر الإصابة، وخاصة عندما تحمل الحراشيف الخارجية الجافة المصابة بواسطة الرياح من حقل لآخر. كما تنتقل النيماتودا مع مياه الرى بالغمر.

ولهذه النمياتودا القدرة على تحمل ظروف الجفاف بدرجة كبيرة؛ حيث يمكنها أن تبقى محتفظة بحيويتها فى التربة الجافة وفى بقايا النباتات المصابة بعد جفافها.

المكافحة

يتعين لمكافحة نيماتودا الساق والأبصال مراعاة ما يلى:

١ – إنتاج بذور التقاوى فى مناطق غير موبوءة بالنيماتودا، أو تعقيم البذور المصابة ببروميد الميثايل.

٢ – معاملة البصيلات بالماء الساخن على حرارة ٤٥ْم لمـدة ٣ سـاعات، ومعاملـة

فصوص البصل على ٤٩ْم لمدة ٢٠ دقيقة. تكفى هذه المعاملة للتخلص من يرقات وبيض النمياتودا.

٣ – استعمال أبصال، وبصيلات، وبذور سليمة فى الزراعة (عن Green ١٩٩١).

٤ – إنتاج الشتلات فى مشاتل خالية تمامًا من النيماتودا.

٥ – تعقيم التربة بالإشعاع الشمسى.

٦ – يمكن فى الأراضى الخفيفة تقليل شدة الإصابة باتباع دورة زراعية يدخل فيها القمح والشعير والصيلبيات قبل البصل فى الدورة.

٧ – المكافحة الكيميائية:

أدت معاملة التربة بأى من الكودوصافوس caudusafos (روجبى Rugby) بمعدل ٣ أو ٥ جرامات/م٢، أو فيناميفوس fenamiphos بمعدل ٣٠ جم/م٢، أو الألديكارب بمعدل ١٠ جم/م٢ إلى تقليل أعداد النباتات المصابة، وأعداد النيماتودا فى التربة معنويًّا، ولكن فيناميفوس كان هو الوحيد الذى أعطى زيادة معنوية فى المحصول الصالح للتسويق. وقد تراوحت متبقيات هذا المبيد فى الأبصال بين ٠,٠٨٥، و٠,١٤٠ ميكروجرامًا/جم، بينما الحدود المسموح بها لمتبقيات هذا المبيد – فى إيطاليا (حيث أجرى البحث) – هى: ٠,١ ميكروجرامًا/جم (Sasanelli وآخرون ١٩٩٥).

الحامول

يعد الحامول dodder (*Cuscuta* spp.) من أهم النباتات الزهرية المتطفلة التى تصيب نبات البصل، كما أنه يصيب العديد من المحاصيل الأخرى. تعيش بذور الحامول فى التربة، وتنمو بجوار بادرة البصل بمجرد ظهورها، كما تبدأ الساق الخيطية لنبات الحامول بعد ذلك فى الالتفاف حول نبات البصل، وترسل إليه ممصات لامتصاص الغذاء، وتفقد صلتها بالتربة. ويستمر نبات الحامول فى النمو، وتكبر ساقه وتتفرع، وتلتف على نباتات البصل المجاورة، معتمدة فى ذلك على البصل كمصدر للماء، والغذاء، والعناصر الغذائية، نظرًا لأنه خالٍ من الأوراق، ولا يمكنه القيام بعملية البناء الضوئى. ويؤدى ذلك إلى موت أوراق البصل مبكرًا، وصغر حجم الأبصال المتكونة. وفى الإصابات الشديدة ينتشر الحامول فى مساحات كبيرة شبه دائرية تموت فيها كل النموات الهوائية للبصل.

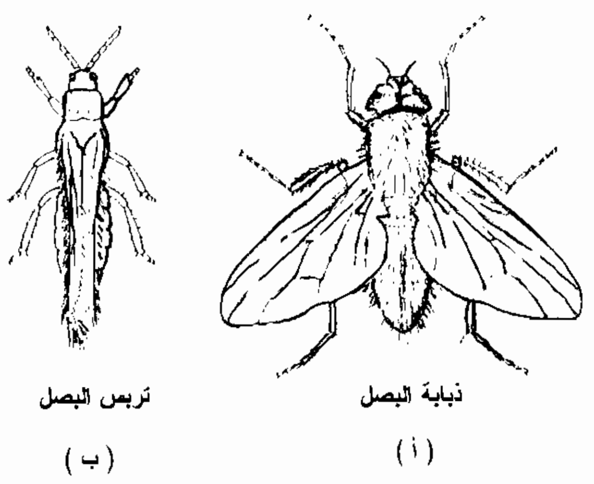
ويكافح الحامــول بالعناية بتقليع النباتات المصابة بما تحمله مـــن سـيقان الحــامول بمجرد ظهور الإصابة، ثم حرقهما خارج الحقل، بينما يؤدى مجرد تقطيـــع الحــامول ثــم إسقاطه فى مكان آخر من الحقل إلى انتشار الإصابة.

تربس البصل

يعرف تربس البصل onion thrips بالاسم العلمى *Thrips tabaci*، وهو يصيب – إلى جانب البصل – عديد من المحاصيل الزراعية الأخـرى، أهمــها: البطــاطس، والبرســيم، والقمح، والشعير، والفول، والعدس، والقصب، والكتان.

دورة الحياة، والأضرار، وأعراض الإصابة

تحدث معظمة الإصابة بالتربس خلال الفترة من أكتوبر حتى أبريل، وتضــــع الحشــرة بيضها بين الأوراق الصغيرة الداخلية المحمية فى قمة البصلة. وتتغذى اليرقات بعد الفقس على الأوراق الداخلية، حيث تجد الحماية من الظـــروف الجويـــة غــير المناســبة ومــن المفترسات. تتعذر اليرقــات فى الأرض، وتظهر الحشرة الكاملة بعد نحو ١٠-١٤ يومـًـــا من وضع البيض، والحشرة الكاملة صغيرة؛ إذ يبلغ طولها ١-١,٥ مـــم، لونــها أصفــر رمادى، وذات أجزاء فم ثاقبة ماصة تمتص محتويات الخلايا (شكـــل ٩-٢٣ب). وتنتقــل الحشرة من موقع لآخر حتى تأخذ الورقة لونًا أخضر مائلاً إلى الاصفرار، كما تنتقل أيضـًـا من نبات لآخر بسهولة، وذلك لأنها مجنحة، وكذلك تنقلها الرياح من حقل لآخر.



شكل (٩-٢٣): الحشرة البالغة لكل من: أ – ذبابة البصل، ب – تربس البصل.

ومن أهم أعراض الإصابة انحناء الأوراق الصغيرة وتشوهها، وظهور بقـــع صغـيرة فضية على الأوراق الأكبر المصابة، وذلك لانعكاس الضوء الســاقط علــى الخلايــا التــى امتصت منها العصارة (شكل ٩-٢٤، يوجد فى آخر الكتاب)، ويتحول مكان الإصابـــة إلـــى اللون البنى، خاصة قمم الأوراق الكبيرة. وتؤثر الإصابة علـــى كميـــة وجــودة محصــول البصل، كما تصاب الحوامل النورية، ويتأثر محصول البذور.

وتؤدى إصابة الأوراق الصغيرة بالتربس إلى زيادة معدل إصابتها باللطعة الأرجوانية، حيث تشكل الجروح التى تحدثها تغذية حشرة التربس مدخلاً جيدًا لإصابة الأوراق بـــالفطر *Alternaria porri*. أما الأوراق المسنة فإنها تكـــون قابلـــة للإصابـــة بســـهولة بـــالفطر (McKenzie وآخرون ١٩٩٣).

الظروف المناسبة للإصابة

تزداد شدة الإصابة فى الجو الحار الجاف، وخاصة عند تعرض المحصول لنقـــص فـــى الرطوبة الأرضية. وتقل مدة دورة حياة الحشرة بارتفاع درجة الحرارة، حيث لا تســـتغرق سوى ١١ يومًا فى حرارة ٣٠°م. ويمكن أن تبقى الحشرة ساكنة كيرقة أو كحشرة كاملـــة فى التربة وفى أعناق الأبصال المصابة المخزنة.

ويغسل التربس من على النباتات بفعل مياه الأمطار ومياه الرى بـــالرش. ويمكـــن أن تؤدى الأمطار الغزيرة إلى موت نحو ٧٠٪ من أفراد التربس.

المكافحة

يكافح التربس باتباع الوسائل التالية:

١ - الحرث الجيد للترديم على الحشرة وبقايا النباتات الحاملة لها.

٢ - يفيد اتباع دورة زراعية مناسبة فى تقليل فرصة الإصابة بالتربس الساكن بالتربة.

٣ - تجنب تعريض البصل لظروف الجفاف التى تزيد من شدة قابليته للإصابة.

٤ - زراعة الأصناف المقاومة:

تتوفر القدرة على تحمل الإصابة بالتربس فى بعض أصناف البصل، وهى الأصناف التى تتباعد أوراقها عن بعضها البعض فى الساق الكاذبة.

٥ - المكافحة الكيميائية:

يكافح التربس بالرش بالأكتيلك، أو البريميسيد، أو الفولاتون، أو المارشال، أو إم بيد مثلما تكافح ذبابة البصل.

وتبعًا لنتائج دراسات Dawood & Haydar (١٩٩٦)، فإن زراعات البصل المتأخرة (ابتداء من شهر يناير) تحتاج إلى الرش بالمبيدات المناسبة لمكافحة حشرة تربس البصل. وقد كانت أكثر المبيدات فاعلية مبيد: صمى-كومبى Sumi-Combi، وتلاه مبيدات: إيكالوكس Ekalux (وهو quinalphos)، ثم توكوثيون Tokothion (وهو prothiofos)، ثم أكتلك (وهو pirimiphos-methyl) مخلوطاً مع اللانيت Lannate (وهو methomyl)، ثم الإيكاتين Ekatin (وهو thiometon)، ثم هوستاثيون Hodtathion (وهو triazophos). ومن المبيدات الأخرى التى استعملت وكانت أقل فاعلية: اللانيت منفردًا، والتمارون Tamaron (وهو methamidophos)، والأنثيو Anthio (وهو formothion)، وروجر Roger (وهو dimethoate)، ريكورد Ripcord (وهو cypermethrin)، وسيلاثيون Celathion (وهو chlorthiophos).

ومن بدائل المبيدات الموصى بها لمكافحة التربس، ما يلى:

زيت سوبر مصرونا ٩٤٪ مستحلب بمعدل لتر واحد/١٠٠ لتر ماء.

زيت سوبر رويال ٩٥٪ مستحلب بمعدل لتر واحد/١٠٠ لتر ماء.

زيت كزد أويل ٩٥٪ مستحلب بمعدل لتر واحد/١٠٠ لتر ماء.

زيت كيميسول ٩٥٪ مستحلب بمعدل لتر واحد/١٠٠ لتر ماء.

زيت ناتيرلو ٩٥٪ مستحلب بمعدل ٦٢٥ مل (سمٌ)/١٠٠ لتر ماء (وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى - جمهورية مصر العربية ١٩٩٧).

ذبابة البصل

تعرف ذبابة البصل onion maggot، بالاسم العلمى *Delia antiqua* (سابقًا: *Hylemia antiqua*) وهى تصيب إلى جانب البصل كلاً من الثوم، والكرات، وبعض الخضر الأخرى الثانوية التابعة للعائلة الثومية، مثل البصل اليابانى الأخضر، والشيف.

دورة الحياة، والأضرار، وأعراض الإصابة

تشبة ذبابة البصل الذبابة المنزلية (شكل ٩-١٢٣أ). تضع الذبابة بيضها قريبًا من قاعدة النبات، أو فى شقوق الأرض قريبة من النبات، كما يوضع البيض أيضًا على الأبصال فى المراحل المتقدمة من حياة النبات، ويفقس البيض إلى يرقات صغيرة بيضاء عديمة الأرجل يتراوح طولها من ١-٨ مم. وتعتبر اليرقات الطور الضار للنبات؛ إذ يحدث الضرر بمجرد فقس البيض، حيث تزحف اليرقات نحو الأبصال، فتثقبها وتعيش فى أنفاق بالأوراق، وتتغذى إلى أن تصل إلى حجمها الكامل.

ومن أهم أعراض الإصابة ذبول وموت البادرات والنباتات الصغيرة، وذبول الأوراق من القمة للقاعدة، ووجود أنفاق بالأوراق، وأيضًا وجود اليرقات والعذارى، وسهولة اقتلاع النباتات. وتؤدى الإصابة إلى نقص محصول البصل وتدهور نوعيته، كما تعمل تغذية اليرقات على تجريح الأبصال، وإحداث ونشر الإصابة ببعض الأمراض الفطرية والبكتيرية.

المكافحة

تكافح ذبابة البصل باتباع الوسائل التالية:

١ - اتباع دورة زراعية ثنائية أو ثلاثية، ولكى تكون الدورة الزراعية فعّالة، فإنها يجب أن تشمل مساحات كبيرة من الثوميات؛ ذلك لأن الحشرة البالغة يمكنها الانتقال لمسافة عدة كيلو مترات.

٢ - ضرورة إزالة جميع الأبصال من الحقل عند الحصاد لكى لا تصبح غذاءً للحشرة يمكّنها من التكاثر بين مواسم الزراعة.

٣ - إطلاق ذكور عقيمة من الحشرة، وذلك بمعاملتها بالإشعاع قبل إطلاقها فى الحقل.

٤ - تقليل الأضرار الميكانيكية للنباتات فى الحقل، وهى التى تتسبب فى انطلاق الرائحة المميزة للثوميات، التى تجذب إليها الحشرة الكاملة (عن Brewster ١٩٩٤).

٥ - المكافحة الكيميائية:

تكافح ذبابة البصل بالرش بمبيد البريميسيد ٢٠٪ قابل للبلل، بمعدل ٢ كجم للفدان، أو المارشال ٢٥٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ٦٠٠ جم للفدان، أو الفولاتون ٥٠٪ مستحلب بمعدل ٢ لتر، أو الأكتيليك ٥٠٪ مستحلب بمعدل ٢ لتر أيضًا للفدان، أو إم بيد ٤٩٪ سائل بمعدل ٤ لترات

للفدان أو الكونفيدور بمعدل ٢٠٠ مل (سمّ)/فدان. ويضاف أى من هذه المبيدات إلى ٤٠٠ لتر ماء فى الرشة الأولى، و ٦٠٠ لتر فى الرشات التالية. وتعطى الرشة التالية – عادة – بعد السدة الشتوية مباشرة، ثم تعطى الرشة الثالثة قبل تقليع المحصول بنحو ٣٠-٤٠ يوما، والرشة الرابعة بعد ذلك بعشرة أيام أخرى. هذا .. وتخلط المبيدات المستعملة فى مكافحة ذبابة البصل الصغيرة، مع تلك المستعملة فى مكافحة البياض الزغبى واللفحة الأرجوانية، وهى تفيد أيضًا فى مكافحة التربس وذبابة البصل الكبيرة.

أما حقول إنتاج البذور، فإنها ترش بعد شهر من الزراعة رشة واحدة بأحد المبيدات التى سبق ذكرها، كما قد يستعمل أيضًا مبيد السيليكرون ٧٢٪ مستحلب، بمعدل ١٧٥ مل لكل ١٠٠ لتر ماء، على أن يستعمل ٤٠٠ لتر من محلول الرش للفدان.

ولاتستمر فاعلية المبيدات ضد ذبابة البصل لفترات طويلة، حيث تظهر سلالات جديدة من الحشرة مقاومة للمبيدات المستعملة؛ لذا .. يتعين اتباع أسلوب المكافحة المتكاملة فى التعامل مع هذه الحشرة فقد وجد أنه بدون اتباع دورة زراعية ثنائية أو ثلاثية لا يجدى كثيرًا استعمال المبيدات.

كما أمكن مكافحة الحشرة بصورة جيدة – فى أحد التراكيب الوراثية المقاومة (وهو: P.I. 432715) – عند عدم اتباع الدورة – بالرش بنصف الجرعة الموصى بها من مبيد كلوربيريفوس chlorpyrifos (Walters & Eckenrode ١٩٩٦).

٦ – لاتتوفر المقاومة لذبابة البصل فى أصناف البصل التجارية، ولكن تتوفر درجات أقل من القابلية للإصابة – لا ترقى إلى مستوى المقاومة – فى بعض أصناف وسلالات الكرات أبو شوشة ، والبصل اليابانى الأخضر، والشيف، وأنواع أخرى برية من الجنس *Allium* (McFerson وآخرون ١٩٩٦).

المنّ

يكافح المنّ بالرش بالأكتيليك ٥٠٪ مستحلب بمعدل ٥٠٠ مل (سمّ)/١٠٠ لتر ماء، أو بـ إم بيد ٤٩٪ سائل بمعدل لتر واحد/١٠٠ لتر ماء.

دودة ورق القطن

تكافح دودة ورق القطن بالرش باللانيت ٩٠٪ مسحوق بتركيز ٠,١٥٪، أو بالنيودرين ٩٠٪ مسحوق بتركيز ٠,١٥٪.

حلم البصل

يطلق على حلم البصل onion bulb mite الاسم العلمى *Rhizoglyphus echinopus*، وهو من آفات المخازن الخطيرة .. لونه أبيض سمنى، أما أجزاء الفم والأرجل، فلونها بنى، يسبب تلفاً كبيراً أثناء الشحن، ويساعد على الإصابة بالأمراض الفطرية والبكتيرية.

أكاروس البصل

يطلق على أكاروس البصل brown wheat mite الاسم العلمى *Petrobia cepae*؛ لونه عنبرى أو بنى فاتح أو أسود، وأجزاء الفم ثاقبة ماصة. يمتص الأكاروس عصارة النبات إلى أن يصفر لون الأوراق، ويتغير لونها فى النهاية إلى اللون الرمادى، ثم تذبل وتموت (مرسى وآخرون ١٩٧٣، وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية ١٩٨٥).

الفصل العاشر

الـثـوم

الموطن وتاريخ الزراعة

يعرف الثوم فى اللغة الإنجليزية باسم garlic، ويطلق عليه الاسم العلمى *Allium sativum*، ويعد الثوم ثانى أهم محاصيل الخضر التابعة للعائلة الثومية بعد البصل. ومن المعتقد أن موطن الثوم هو منطقة وسط آسيا، وقد عرفه قدماء المصريين منذ ٢٨٧٠ سنة قبل الميلاد (عن Francois ١٩٩٤).

ولم يعثر على الثوم ناميًا بحالة برية إلى الآن، ولكن أقرب الأنواع إلى الثوم – وهو النوع *A. longicuspis* – والذى يعتقد بأنه الأصل البرى للنوع المنزرع – ينمو بريًا فى وسط آسيا؛ ولذا .. يعتقد بأن نشأة الثوم كانت فى تلك المنطقة. هذا .. علماً بأنه من الصعب التمييز بين النوعين *A. sativum* ، و *A. longicuspis* (عن Takagi ١٩٩٠).

الاستعمالات

يزرع الثوم من أجل فصوصه التى تستعمل فى إكساب العديد من المأكولات نكهة خاصة مرغوبة. ويستهلك الثوم بكميات كبيرة نسبيًا فى الدول العربية، ودول شرق أوروبا، ومعظم الدول الآسيوية عما فى باقى دول العالم.

ويستخلص من الثوم عديد من التحضيرات التجارية التى تدخل فى مختلف الأغذية، مثل زيت الثوم، وعصير الثوم، والثوم المجفف، وملح الثوم. وقد سبقت مناقشة هذه التحضيرات وغيرها تحت البصل فى الفصل الأول، ولمزيد من التفاصيل عنها .. يراجع Fenwick & Hanley (١٩٩٠).

وقد وجد أن الآجوين ajoene وهو مركب مستخلص من الثوم يؤدى إلى منع إنبات الجراثيم الكونيدية للفطر *Erysiphe pisi* – الذى يسبب مرض البياض الدقيقى فى البسلة – وذلك عند استعماله بتركيز ٢٥ جزءًا فى المليون، وأفاد هذا المركب فى مكافحة المرض

تحت ظروف غـرف النمو عند استعماله رشًا بتركيز جـــرام واحـــد فـــى اللـــتر (Singh وآخرون ١٩٩٥).

كما وجد أن الثوم يحتوى على مركبات كبريتية خاصة تؤدى إلى كسر طور السكون فى كورمات الجلاديولس، وبعض الأشجار، مثل كريز الزينة. وهذه المركبات هى آليل ســـلفيد allyl sulfide، ومثيل داى سلفيد Methyl disulfide، وإنّ – بروبيل ســـلفيد n-propyl sulfide (Hosoki وآخرون ١٩٨٦) وهى من المواد الكبريتيـــة المســـئولة عـــن النكهـــة المميزة.

القيمة الغذائية

يعد الثوم من الخضر الغنية بالقيمة الغذائية، ولكه لايستهلك إلا بكميات ضئيلـــة؛ ولـــذا فإنه لايعتمد عليه كمصدر لأى من العناصر الغذائية. يحتوى كل ١٠٠ جـــم مـــن الجـــزء الصالح للأكل من الثوم على ٦١,٣ جم ماء، و ١٣٧ سعرًا حراريًّا، و ٦,٢ جم بروتيـــن، و٠,٢ جم دهون، و ٣٠,٨ جم مواد كربوهيدراتية، و١,٥ جم ألياف، و ١,٥ جـــم رمـــاد، و٢٩ ملليجرام كالسيوم، و ٢٠٢ ملليجـــرام فوســـفور، و ١.٥ ملليجـــرام حديـــد، و ١٩ ملليجرام صوديوم، و ٥٢٩ ملليجرام بوتاسيوم، و ٣٦ ملليجرام مغنيســـيوم، وآثـــار مـــن فيتامين أ، و٠,٢٥ ملليجرام ثيامين، و ٠,٠٨ ملليجـــرام ريبوفلافيـــن، و ٠,٥ ملليجـــرام نياسين، و ١٥ ملليجرام حامض أسكوربيك (عن Watt & Merrill ١٩٦٣).

ويتضح من ذلك أن الثوم غنى بكل من المواد الكربوهيدراتية، والنياســـين، وعنصـــر الفوسفور، كما أنه يحتوى على كميات جيدة من كل من البروتين، والكالسيوم، والحديـــد، والثيامين، والريبوفلافين، وحامض الأسكوربيك. هذا .. وتبلغ نسبة الفاقد عند تجهيز الثوم نحو ١٢٪. ويتمثل ذلك فى القشور الخارجية المغلفة للرأس.

ويعتبر الثوم من أكثر النباتات تحملاً للتركيزات العالية من اليود فى وسط الزراعـــة؛ وبـــذا يمكنه امتصاص تركيزات عالية نسبيًّا من العنصر؛ ليصبح من الأغذية الغنية باليود. وقد وجـــد Pel & Schüttelkopf (١٩٩٥) أن فصوص ونباتات الثوم تحملت تركيزات من اليود وصلـــت إلى ٢٠٠ ميكروجرام/جرام من التربة، حيث لم تبد البادرات أى تأثر بزيادة تركيز اليـــود حتـــى ذلك المستوى بينما ضعف إنبات البذور، وتشوهت وماتت البـــادرات فـــى الســـبانخ، والفجـــل، والفاصوليا، والقمح فى تركيزات أقل من ١٠ ميكروجرام /جرام من التربة. وقد وصـــل تركـــيز

العنصر فى فصوص الثوم إلى ٠,٠٢٦ ميكروجرامًا/جرام وزن طازج عندما كان نمو النباتـــات فى تربة تحتوى على اليود بتركيز ميكروجرام واحد/جرام، وازداد تركيز اليود فـــى الفصـــوص خطيًّا بزيادة تركيز العنصر فى التربة عن ذلك المستوى.

الأهمية الطبية

حظى الثوم بأهمية خاصة، نظرًا لما نُسب إليه من فوائد عديدة فى المجـــال الطبـــى. ومـــن المعروف أن الثوم يحتوى على مادة مضادة للبكتيريا السالبة والموجبة لصبغة جـــرام تســـمى آليسين allicin، وهى التى تتحلل إلى مركبين، هما: داى أليل داى سلفيد، وثيوسلفونات الـــداى آليل داى سلفيد، كما يلى (عن Augusti ١٩٩٠):

$$2C_3H_5 - \underset{\underset{O}{|}}{S} - CH_2 - CH(NH_2)\,COOH \rightarrow C_3H_5 - S - \underset{\underset{O}{|}}{S} - C_3H_5 + 2NH_3 + 2CH_3CO.COOH$$

alliin — ألبين; allinase — أليينيز; allicin — آليسين

وبعد ذلك يعيد الأليسين ترتيب نفسه إلى داى أليل داى سلفيد، وثيوسلفونات الداى آليل داى سلفيد.

$$2C_3H_5 - S - \underset{\underset{O}{|}}{S} - C_3H_5 \rightarrow C_3H_5 - S - S - C_3H_5 + C_3H_5\,S - \underset{\underset{(O)_2}{|}}{S} - C_3H_5$$

Allicin; diallyl disulfide (DADS); thiosulfonate of DADS

يعتبر الآليسين Allicin (وهو: 2-propene-1-sulphinothioic acid S-2 propenyl ester) من أكثر الثيوسلفينات thiosulphinates تواجدًا فى الثوم المقطوع أو التى تهتكت أنسجته حديثًا (Calvey وآخرون ١٩٩٤)، وهو المركب الأم الذى يتكون منه عديد من المركبـــات الكبريتيـــة المسئولة عن الطعم، والنكهة، والخصائص الطبية والعلاجية للثوم.

ويرتبط النشاط المضاد للميكروبات فى زيت الثوم بمحتواه من الـــــ allyl cysteinesulfoxides (El-Shourbagy ١٩٩٣).

ويشكل الـــ Alliin lyase نحو ١٠٪ من البروتين الكلى فى فصوص الثـــوم (Ellmore & Feldberg ١٩٩٤).

يعد الثوم طاردًا للديدان الأسطوانية، وخافضًا لضغط الدم المرتفع، ويفيد فى علاج بعض حالات أمراض القلب، وكمطهر، ومضاد للبكتيريا، وله استعمالات طبية أخرى كثيرة يمكن الرجوع إلى تفاصيلها فى Augusti (١٩٩٠).

الأهمية الاقتصادية

بلغ إجمالى المساحة المزروعة بالثوم فى العالم عام ١٩٩٦ نحو ٩٨٦٠٠٠ هكتارًا، كان منها ٧٩١٠٠٠ هكتارًا فى آسيا، و ١١٩٠٠٠ هكتارًا فى أوروبا، و ٣٢٠٠٠ هكتارًا فى أمريكا الجنوبية و ٢٣٠٠٠ هكتارًا فى أمريكا الشمالية، و ٢٠٠٠٠ هكتارًا فى أفريقيا، منها ٦٠٠٠ هكتارًا فى مصر وحدها، بينما لم يزرع الثوم فى مساحات يُعتد بها فى أستراليا ونيوزيلندا و أوقيانوسيا. ومن الدول العربية الأخرى التى زرع بها الثوم فى مساحات تراوحت من ألف إلى ألفى هكتار كل من السودان، وتونس، والعراق، ولبنان، واليمن، بينما زرع ٣٠٠٠ هكتار فى سوريا، و ٩٠٠٠ هكتار فى الجزائر. وقد احتلت مصر المرتبة الأولى بين جميع دول العالم فى متوسط محصول الهكتار، حيث بلغ ٢١,٤ طنًّا، وجاءت لبنان، وإسرائيل، والولايات المتحدة فى المراتب الثانية والثالثة والرابعة بمتوسط إنتاجية قدرها ١٩,٣، و ١٨,٩، و ١٨,٦ طنًّا للهكتار على التوالى. أما باقى دول العالم، فقد كانت إنتاجيتها منخفضة كثيرًا عن ذلك، إذ بلغت – مثلاً – ٢,٥ طنًّا للهكتار فى الجزائر، و ١٣,٨ طنًّا فى الصين وهى الدولة التى زرعت بها أكبر مساحة من الثوم فى العالم عام ١٩٩٦ قدرت بنحو ٥٥٧٠٠٠ هكتارًا. وبلغ متوسط إنتاج الهكتار على مستوى العالم ١٠,٥ طنًّا (FAO ١٩٩٦).

وقد قدرت مساحة الثوم فى مصر عام ١٩٩٧ بنحو ٢٦٧٣٥ فدانًا، كان منها ١٦٩١٢ فدانًا منفردة، وباقى المساحة (حوالى الثلث) كان فيها الثوم محملاً على محاصيل أخرى. وقد بلغ إجمالى الإنتاج ٢٢٣٤٥١ طنًّا، وكان متوسط إنتاج الفدان ٩,٥٧ أطنان للمحصول المنفرد، و ٦,٣٣ طنًّا للمحصول المحمل.

وتعتبر أهم مراكز إنتاج الثوم فى مصر هى محافظة المنيا (١١٨٩٨ فدانًا)، وبنى سويف (٣٩٨٣ فدانًا)، والبحيرة (٣٩٠٦ فدانًا)، ولم يزرع خارج الوادى سوى ٨٢١ فدانًا فى عام ١٩٩٧، مقارنة بمساحة ٢٥٩١٤ فدانًا داخل الوادى (عن الإدارة المركزية للإقتصاد الزراعى ١٩٩٧).

الوصف النباتى

الثوم نبات عشبى معمر، ولكن تجدد زراعته سنويًا.

الجذور

يتشابه المجموع الجذرى للثوم مع المجموع الجذرى للبصل، وينتج كل نبات من ٤٠-٦٠ جذرًا تنتشر جانبيًّا لمسافة نحو ٤٥سم، ورأسيًّا لعمق ٧٥سم. تعتبر جذور الثوم قليلة التفريع، لكن تفرعاتها أكثر وأطول قليلاً مما فى البصل، وتنتشر الجذور فى الطبقة السطحية من التربة، وتشغلها بصورة جيدة (Weaver & Bruner ١٩٢٧).

الساق

تتشابه ساق الثوم مع ساق البصل، وتموت الساق الرئيسية للنبات عند نضج البصلة، كما تموت الجذور والأوراق، وتظل الفصوص فقط محتفظة بحيويتها.

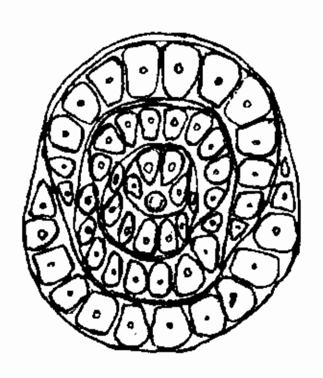
الأوراق والفصوص

أوراق الثوم زورقية الشكل أى غير أنبوبية، ويبلغ عرضها نحو ١,٥-٣ سم. ولايختزن الغذاء فى قواعد الأوراق، كما هى الحال فى البصل، بل تصبح قواعد الأوراق عند نضجها رقيقة، وجافة وحرشفية. ويختزن الغذاء أساسًا فى براعم إبطية أو بصيلات صغيرة تسمى بالفصوص cloves، وهى التى تتكون منها رأس الثوم، كما تتكون الفصوص فى آباط الأوراق الخضرية foliage leaves فقط، وهى الأوراق الصغيرة القريبة من مركز النبات. ويعنى ذلك أن البصلة قد تحاط بأكثر من ١٢ ورقة لاتوجد فى آباطها فصوص، وهى التى تعرف بالأوراق المغلّفة Wrapper leaves.

تتكون رأس الثوم (البصلة) من ٤-٨ محيطات من الفصوص (شكل ١٠-١)، يحتوى كل محيط منها على ٨-١٤ فصا، ويشبه المحيط شكل حدوة الفرس، ويصغر فيه حجم الفص كلما كان قريبًا من أحد طرفى الحدوة. ويوجد كل محيط فى إبط ورقة.

يتكون كل فص من ورقتين ناضجتين وبرعم خضرى (شكل ١٠-٢). وتسمى الورقة الخارجية بالورقة الحامية Protective leaf، وهى عبارة عن غمد أسطوانى ذى فتحة صغيرة فى قمته، ويكون نصلها أثريًا ويحيط الغمد بكل الفص، وتكون له طبقة سطحية من

الأنسجة المتليفة القوية التى تصبح رقيقة، وجافة، ومتينة عند النضــج. وتوجـد بداخـل الورقة الحامية ورقة أخرى خازنة Storage leaf تتكون من غمد سميك هو عضو التخزين الوحيد بالفص، وتشكل نحو ٨٠٪ من الفص وتحتوى على ٣٠-٤٠٪ مادة جافة. ويوجـد بداخل هذه الورقة - وعند قاعدتها - عديد من الأوراق الصغيرة جدًا، وهى التـى تكـوّن البرعم الذى ينمو عند زراعة الفص، ويطلق على الورقة الخارجية للبرعم اسم ورقة النبت sprout leaf، وهى عديمة النصل. تبرز هذه الورقة أعلى سطح التربة عند إنبات الفـص، لكنها لاتنمو لأكثر من ذلك. وتخرج من داخل هـذه الورقـة الأوراق الخضريـة Foliage leaves، والتى تكوّن النموات الخضرية للنبات. ويكون لهذه الأوراق نصلاً، وتصغـر فـى الحجم تدريجيًا نحو مركز الفص (Jones & Mann ١٩٦٣).



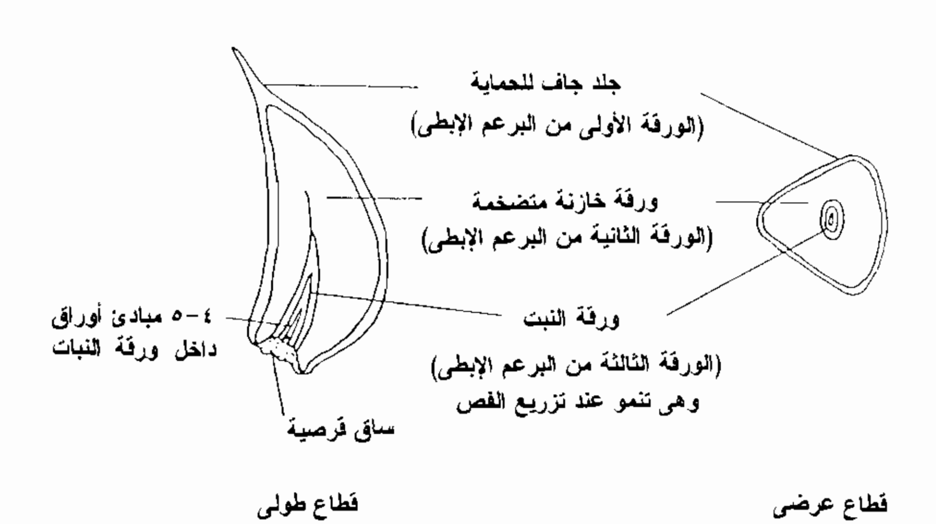
شكل (١٠-١) : قطاع عرضى فى رأس الثوم (عن مرسى وآخرين ١٩٧٣).

ونقدم مزيدًا من التفاصيل عنِ كيفية تكوّن رؤوس وفصوص الثوم فيما يلى:

تكوّن كل واحدة من بادئات البراعم bud primordia موضعين إلى ستة مواضع للنمو growing points، تتطور كل منها إلى برعم جانبى، وهى التى تتطور - بدورها - فيمـا بعد - إلى فصوص.

ومع نمو وتطور إبط الورقـة الخضريـة الـذى يوجـد فيـه بـادئ الفـص Clove Primordium، فإن بادئ الفص ينمو ليكون ٦-٧ فصوص فى إبـط الورقـة الخضريـة الواحدة. ويتراوح عدد الفصوص فى إبط الورقة الواحدة من فص واحد أو فصين فى إبـط

الورقة الداخلية إلى ٦-٧ فصوص فى إبط الورقة الرابعة من الداخل، ثم يقل عدد الفصوص مرة أخرى فى آباط الأوراق الخارجية الأكبر سناً. وفى نهاية الأمر قد يتحول البرعم القمى كذلك إلى فص.



شكل (١٠-٢) : قطاع عرضى وآخر طولى ف فص الثوم.

فعندما تصل درجة حرارة الهواء إلى ١٠°م، تبدأ مواضع النمو فى تكوين مبادئ أوراق. ومع ارتفاع درجة حرارة الهواء أكثر من ذلك، يكوّن كل برعم جانبى أوراقاً جديدة تنمو بقوة. هذا .. إلا أن الورقتين الأولى والثانية من كل برعم تنمو بطريقة خاصة، وذلك فى الفترة الضوئية الطويلة؛ بحيث تعطى كل منهما غمداً سميكاً بدون نصل. ويتوقف التغليظ فى الورقة الأولى مبكراً حينما يبدأ غمد الورقة الثانية فى الزيادة فى الحجم، بينما ينمو غمد الورقة الأولى ليحيط تماما بغمد الورقة الثانية. ويتوقف النمو فى الورقة الأولى قبل وصول النمو الخضرى للنبات إلى مرحلة الشيخوخة الكاملة بنحو أسبوعين، وتتطور تلك الورقة فى نهاية الأمر إلى طبقة جلدية تحمى غمد الورقة الثانية التى تكون قد تضخمت فى الحجم.

ينمو غمد الورقة الثانية سريعا ويزداد فى الحجم فى ظروف الحرارة العالية والفترة الضوئية الطويلة؛ ليكوّن الورقة الخازنة الرئيسية (شكل ١٠-٢). وعادة تبقى الورقة الثالثة

محصورة داخل الورقة الخازنة إلى حين تزريع الفص. وبعد تكوين برعم جانبى، فإن الورقة وعدد من مبادئ الأوراق الأخرى داخل الفص تبقى ساكنة (عن Takagi ١٩٩٠).

وعند استعمال فصوص صغيرة جدًا فى الزراعة فإن البصلة الناتجة قد تتكون من فص واحد.

لاتتضخم الساق الكاذبة للنبات أو قواعد أوراق الثوم، ولكن الأخيرة تجف لتكون غلافًا حاميًا يحيط بالفصوص بداخلها. وعند اكتمال نضج الرؤوس تموت الساق الأصلية للنبات وأوراقه، وتصبح بمثابة أغلفة حامية للفصوص التى تكون فى حالة سكون. وأثناء نضج البصلة تتحلل الخلايا البرانشيمية التى توجد فى الجانب الداخلى لأغماد الأوراق وتنهار؛ ومن ثم تنهار الساق الكاذبة كما يحدث فى البصل، إلا أن خلايا البشرة الخارجية والأوعية الناقلة تبقى حية لفترة بعد ذلك؛ مما يسمح بانتقال الغذاء منها إلى الرؤوس.

وتحت بعض الظروف قد تتكون براعم جانبية فى آباط الأوراق الخارجية، تعطى نموات جانبية خضراء، تكوّن بدورها فصوصًا؛ وبذا .. تتكون أبصالاً مركبة من عديد من العناقيد الفصّية. وتعرف هذه الأبصال بأنها غير منتظمة الشكل Rough، ويعد ذلك عيبًا فسيولوجيًّا (Brewster ١٩٩٤).

النموات الزهرية

إن الشمراخ الزهرى لنبات الثوم مصمت وقصير، بعكس الحال فى البصل الذى يكون شمراخه الزهرى مجوفًا وطويلاً. وينتهى الشمراخ بنورات خيمية صغيرة، توجد بها بلابل زهرية vegetative topsets ، أو inflorescence bulbils دائمًا، كما قد تحتوى أحيانًا على أزهار أيضًا، إلا أن الأزهار تكون دائمًا صغيرة، وعقيمة ولاتعقد أبدًا، ويعنى ذلك أنه ليست للثوم بذور. هذا .. وقد تظهر البلابل أحيانًا داخل الشمراخ الزهرى، وقد تكون أحيانًا قريبة بدرجة كبيرة من البصلة الأرضية. وتشبه البلابل فى تركيبها فص الثوم. ولذا .. فقد اعتبر الثوم - حتى سنوات قليلة مضت - من النباتات اللاإخصابية التكاثر إجباريًّا Obligate apomict.

هذا إلا أنه أمكن حديثًا جمع عديد من نباتات الثوم الخصبة من أسواق خمس مدن فى الجانب الشمالى من جبال تينّ شان Tien Shan فى وسط روسيا الآسيوية. وتعد هذه المنطقة

قريبة من تلك التى ينمو فيها النوع *A. longicuspis* بريًّا، وهو الأصل البرى للثوم المـــنزرع. ولذا ... يعتقد أن هذه السلالات الخصبة من الثوم كانت حقيقة من النوع البرى، وخاصة أنه من الصعب التمييز بين النوع البرى والثوم المنزرع (عن Takagi ١٩٩٠).

وقد كان الانقسام الميوزى طبيعيًّا فى هذه السلالات، بينما كان الانقسام غير طبيعى فى جميع سلالات الثوم التى جمعت من جميع أنحاء العالم (عن Etoh ١٩٩٤).

كذلك تمكن Pooler & Simon (١٩٩٤) من إنتاج ٦٣ بذرة كاملة الحيويـــة مـــن ١١ سلالة منتخبة من الثوم، وذلك بإزالة البلابل الخضرية vegetative topsets من النـــورة، وفصل النورة عن البصلة الأرضية.

الأصناف

يعتبر الثوم من أقل محاصيل الخضر فيما يتصل بعدد الأصناف المعروفة، وذلك نظـــرًا لأنه - باستثناء سلالات قليلة اكتشفت حديثًا جدًّا - لاينتج بـــذورًا، ومـــن ثـــم تقـــل فيـــه الاختلافات الوراثية التى تصاحب الانعزالات عند التكاثر الجنسى. وتعتبر الطفرات الطبيعيـــة المصدر الرئيسى للاختلافات فى هذا المحصول، كما تعد الطفـــرات المســـتحدثة صناعيًّـــا الوسيلة الوحيدة المتاحة لتحسين الأصناف المتوفرة.

ومن أهم أصناف الثوم المعروفة مايلى:

١ - البلدى أو المصرى:

وفيه الأوراق ذات نصل ضيق، والرأس صغيرة، وتحتوى على عدد كبير من الفصوص الصغيرة الحجم التى قد يصل عددها إلى ٦٠ فصًّا، وتكون موزعة على عـــدة مَـــدر، كمـــا يكون غلاف الرأس الخارجى أبيض اللون، والطعم والرائحة قويتين، وهو مبكر النضـــج، ويتحمل التخزين، ويعد أكثر الأصناف انتشارًا فى الزراعة المصرية.

٢ - الصينى:

الرأس كبير، وتحتوى على عدد قليل نسبيًّا من الفصوص الكبيرة الحجم، والتى تتراوح بين ٥ و ٢٠ فصًّا موزعة على مدارين. ويكون الغلاف الخارجى للرأس ذا لـــون أبيـــض مشوب بالوردى، وهو متأخر النضج عن الصنف البلدى، وأقل قدرة علـــى التخزيـــن مـــن البلدى.

٣ – سدس ٤٠:

سلالة منتخبة من الثوم الصينى، الرأس كبيرة الحجم (تزن حوالى ٩٥ جرامًا). وتحتوى على نحو ١٣ فصًا كبير الحجم يبلغ وزن كل منها حوالى ٧,٥ جم، ولون القشور الخارجية بنفسجى. وهو صنف يصلح للتصدير (شكل ١٠–٣، يوجد فى آخر الكتاب).

٤ سدس ٤١:

سلالة منتخبة من الثوم الصينى، الرأس كبيرة الحجم (تزن حوالى ٨٥ جراما)، وتحتوى على نحو ١٣ فصًا كبير الحجم يبلغ وزن كل منها حوالى ٦,٨ جم، ولون القشور الخارجية بنفسجى فاتح. وهو صنف يصلح للتصدير.

وقد أجرى Elgindy (١٩٦٦) مقارنة بين أصناف الثوم البلدى، والأمريكى والياباني فى عدد من الصفات الهامة، تبيّن منها مايلى:

وجه المقارنة	البلدى	الأمريكى	اليابانى
موعد النضج	مبكر	متوسط	متأخر عن البلدى بنحو شهر
نسبة النباتات التى كونت حوامل نورية (٪)	٥٠	٨٠	٧٠
قطر البصلة (سم)	٥,٠	٥,٤	٥,٩
عدد الفصوص بالبصلة	٥٠	٣٠	١٨
وزن الفص (جم)	١,٦	٢,٧	٦,٢

كما أوضحت دراسات Maksound وآخرون (١٩٨٤أ) تفوق الصنف الصينى على كل من الصنفين المصرى والأمريكى فى شلقان والزقازيق، بينما تفوق الصنف المصرى على الصنفين الآخرين فى منطقة سدس.

هذا .. ومن أهم أصناف الثوم الأمريكية هى تلك التى تنتشر زراعتها فى ولاية كاليفورنيا، وهى كاليفورنيا إيرلى California Early، وكاليفورنيا ليت California Late، وكريول Creole (Sims وآخرون ١٩٧٨).

ومن أصناف الثوم الأخرى التى أدخلت فى الزراعة المصرية، ولكنها لم تلق استجابة كبيرة من قبل المنتجين، مايلى:

١ – الإيطالى:

تحتوى الرأس على عدد كبير من الفصوص المتماسكة، والغـلاف الخـارجى للـرأس قرنفلى اللون، ومتأخر النضج.

٢ – اليابانى:

تكون الرأس كبيرة، وتحتوى على عدد قليل نسبيًا من الفصوص المتوسطة الحجم، كما أن الغلاف الخارجى للرأس أبيض اللون، مبكر النضج.

٣ – الأمريكى:

الرؤوس متوسطة الحجم، تحتوى على نحو ٣٠–٤٠ فصًا أكبر قليلاً فى الحجم مما فى الثوم المصرى، وقشرته الخارجية بيضاء اللون، ومتوسط فى موعد النضج.

٤ – المكسيكى:

الأوراق ذات نصل عريض، والفصوص قليلة العدد وكبيرة الحجم، وهو متأخر النضج لايتحمل التخزين.

٥ – العراقى:

٦ – العمانى:

وكلاهما يشبه الصنف البلدى إلى حد كبير.

الاحتياجات البيئية

التربة المناسبة

تنجح زراعة الثوم فى كل أنواع الأراضى التى تنجح فيها زراعة البصل. وأنسب الأراضى لذلك هى الأراضى الطميية الخصبة الجيدة الصرف، ولاتفضل زراعة الثوم فى الأراضى الثقيلة، لأنها تؤدى إلى زيادة نسبة الأبصال المشوهة، كما يصعب إجراء عملية الحصاد فيها. ولاتجود زراعة الثوم فى الأراضى الرملية لعدم احتفاظها بالرطوبة الكافية لنمو النباتات إلا إذا اتبعت فيها طريقة الرى بالتنقيط .

هذا .. وقد وجد أن محصول الثوم ينخفض بمقدار ٥٠٪ عندما تتراوح درجة التوصيل الكهربائى (EC) لمستخلص التربة المشبع بين ٥,٦ و ٧,٨ مللى مـوز/سـم – حسب

الصنف - بينما لم يتأثر المحصول بدرجة توصيل كهربائى مقدارها ١,٧ مللى موز/سم أو أقل من ذلك (Mangal وآخرون ١٩٩٠). وفى دراسة أخرى انخفض محصول الأبصال بمقدار ١٤,٣٪ مع كل زيادة فى ملوحة مياه الرى مقدارها وحدة توصيل كهربائى (EC unit) واحدة عن ٣,٩ مللى موز/سم (Francois ١٩٩٤).

ويعتبر الثوم من المحاصيل الحساسة لزيادة البورون فى مياه الرى أو فى المحلول الأرضى، وقد وجد أن المحصول ينخفض بنسبة ٢,٧٪ مع كل زيادة مقدارها ملليجرام واحد/لتر من البورون فى المحلول الأرضى على ٤,٣ جزء فى المليون (٤,٣ مجم) بورون/لتر. كذلك أدت زيادة البورون إلى نقص وزن الرؤوس وقطرها (Francois ١٩٩١).

تأثير العوامل الجوية

يحتاج نبات الثوم إلى جو بارد معتدل فى أطوار نموه الأولى لتناسب النمو الجيد، وذلك قبل أن تبدأ النباتات فى تكوين الأبصال، لأنها - أى النباتات - لاتكوّن أوراقًا جديدة متى بدأت فى تكوين الأبصال. ويتوقف حجم البصلة النهائى على مقدار النمو الخضرى للنبات عند بداية تكوينها، ولا يتحمل نبات الثوم الصقيع أو الحرارة المرتفعة فى الأطوار الأولى من نموه، ولكنه يتحمل الصقيع لفترات طويلة بعد ذلك، كما أنه يتحمل الحرارة المرتفعة بدرجة أكبر من البصل. والظروف التى تناسب تكوين الأبصال هى النهار الطويل والحرارة المرتفعة؛ لذا فإن النبات يبدأ فى تكوين الرؤوس فى فصل الربيع. ويحتاج النبات إلى جو دافئ عند نضج الرؤوس، كما تساعد الرطوبة الجوية العالية على انتشار الإصابة بمرض الصدأ. هذا .. ويناقش موضوع تأثير العوامل الجوية على المحصول بتفصيل أكبر عند مناقشة فسيولوجيا الثوم.

التكاثر وطرق الزراعة

يتكاثر الثوم بالفصوص أو بالبلابل bulblets، ولكن الفصوص هى الأكثر استعمالاً كتقاوى.

كمية التقاوى

برغم أن الفصوص الكبيرة الحجم تعطى عند زراعتها محصولاً أكبر، إلا أن الثوم لايدرّج عادة عند الزراعة. ويلزم لزراعة الفدان نحو ١٠٠-١٢٥ كجم من الرؤوس.

ويمكن الحصول على هذه الكمية من نحو ٢٠٠-٢٥٠ كجم مـــن نباتـــات الثـــوم البلـــدى بالعروش. أما فى حالة تدريج الفصوص، فسنجد أن كمية التقاوى اللازمة تتراوح مـــن ٧٥ كجم فصوص للفدان فى حالة استعمال الفصوص الصغيرة، إلى ١٠٠ كجم للفدان فى حالـــة استعمال الفصوص المتوسطة الحجم، وإلى ١٢٥ كجم للفدان فى حالة استعمال الفصـــوص الكبيرة الحجم (عن مرسى والمربع ١٩٦٠).

ولا تختلف البلابل المتكونة فى النورة عن الفصوص التى تتكون فى الرأس إلا فى كون الأولى صغيرة الحجم غالبًا بدرجة تجعلها غير صالحة للزراعـــة. وتجـــب عـــدم زراعـــة الفصوص أو البلابل التى يقل وزنها عن الجرام.

وتتوقف كمية التقاوى اللازمة أيضًا على طريقة الزراعـــة والصنـــف المســـتعمل، فالثوم المحمل يحتاج إلى نصف كمية التقاوى المذكورة آنفًا. وقد تتطلـــب الزراعـــة الكثيفة زيادة كمية تقاوى الصنف البلدى إلى ٣٠٠ كجم رؤوس للفدان، أمـــا الصنـــف الصينى أو الأصناف ذات الفصوص الكبيرة، مثل سدس ٤٠، فيلزم منـــها ٣٥٠-٤٠٠ كجم رؤوس للفدان فى الزراعة العادية، وتعطى هذه الكمية حوالى ٢٥٠-٣٠٠ كجـــم من الفصوص.

إعداد التقاوى

التخزين البارد للتقاوى

قام Maksoud وآخرون (١٩٨٣أ) بدراسة تأثير درجة حرارة تخزين الأبصـــال علـــى إنبات، ونمو، ومحصول نباتات الثوم. وقد أوضحت النتائج أن معاملات الحرارة المنخفضـــة (٥ و ١٠°م) قبل الزراعة أسرعت معدل إنبات فصوص الثوم، وكان التأثير أكثر وضوحًـــا فى الصنف الصينى، بالمقارنة بالصنف الأمريكى، كما كان للتخزين فى ٥°م أثره على تقليل كل من الوزن الطازج والجاف لأوراق النباتات. وقد أوضحت النتائج أن تخزيـــن الأبصـــال قبل الزراعة لمدة أسبوعين على درجة حرارة منخفضة أدى إلى إسراع النضج، وانخفـــاض المحصول الكلى، ومتوسط وزن الأبصال، بالمقارنة بالتخزين على درجة حـــرارة الغرفـــة. وفى دراسة أخرى (Maksoud وآخرون ١٩٨٤ب)، درس الباحثون تأثير تبريد الفصـــوص قبل الزراعة على درجات ٥، ١٠، ١٥، ٢٠°م لمدة ٢-٤ أسابيع على النمو وإنتاجية ثلاثـــة أصناف من الثوم، هى: المصرى والأمريكى والصينى. وقد أوضحت النتـــائج أن تخزيـــن

الثوم على درجات الحرارة المنخفضة أدى إلى نقص النمو، ولكنه أسرع النضج إذا ما قورن بالتخزين على درجة حرارة الحجرة، كما نقص المحصول النهائى، ومتوسط وزن الأبصال بانخفاض درجة حرارة التخزين. وكان الأثر المثبط لدرجة الحرارة المنخفضة على الثوم واضحًا بزيادة مدة التخزين.

وعلى الرغم من أن التخزين البارد لتقاوى الثوم لم يكن ضروريًّا للتطور الطبيعى لنبات الثوم بعد الزراعة، إلا أنه أدى إلى إسراع الإنبات، والنمو الخضرى المبكر، وتقصير الفترة اللازمة للنمو الخضرى، وإسراع النضج (Ahonen & Kokkola ١٩٩٤). وقد حدثت تأثيرات مماثلة للتخزين البارد لتقاوى الثوم فى الأردن حينما خزنت التقاوى فى درجة الصفر المئوى (Qaryouti & Kasrawi ١٩٩٥).

انتخاب الرؤوس والفصوص المناسبة للزراعة

يجب دائمًا استعمال الرؤوس السليمة الخالية من الإصابات المرضية والتفريغ، وتخزن هذه الرؤوس كاملة، ولا تفصص إلا قبل الزراعة، لأن تفصيصها قبل التخزين أو قبل زراعتها بفترة يؤدى إلى سرعة تلفها، وتفريغها، وضعف إنباتها كثيرًا، ولكن تجب العناية بفصل الفصوص جيدًا قبل الزراعة.

وبعد تفصيص الرؤوس تستبعد الفصوص الضامرة، والمكسورة، والمفرغة.

وأفضل الفصوص هى التى يصل قطرها إلى سنتيمترين، حيث تعطى أكبر الرؤوس حجمًا (Landry & Khanizadeh ١٩٩٤)، ولكن يصعب الاقتصار على استعمال هذا الحجم فى الزراعة. وتستعمل – عادة – كل الفصوص التى يزيد وزنها عن ٠,٧ جم، ولكن يوصى باستعمال تلك التى يتراوح وزنها بين ٤ و ٥ جرامات. ولايؤثر موضع الفصوص فى أبصال الأمهات على المحصول الناتج منها طالما كانت متساوية فى الحجم (عن Brewster & Rabinowitch ١٩٩٠).

نقع الفصوص فى الماء

تنقع فصوص الثوم فى ماء جار لمدة ٦–١٢ ساعة قبل الزراعة فى الثوم البلدى، تزداد إلى ٢٤ ساعة فى الثوم الصينى والسلالة سدس ٤٠.

تساعد عملية نقع الفصوص فى الماء قبل الزراعة على زيادة نسبة الإنبات وسرعته، كما تساعد على التخلص من معظم أفراد أكاروس الحلم الدودى التى قد تتواجد فى الفصوص.

وتجرى عملية النقع فى أجولة من الخيش تعلق فى ماء جار، مع مراعاة إحكام غلقها، وعدم امتلائها للسماح بمرور الماء بحرية فى الجوال، وبازدياد الفصوص فى الحجم بعـــد تشربها بالماء. أما عندما تكون كمية التقاوى التى يُراد نقعها فى المـــاء صغـــيرة فإنـــها توضع فى براميل بحجم مناسب، مع تغيير الماء الذى تنقع فيه التقاوى كل ٣-٤ ســاعات. ويراعى دائمًا نقع التقاوى التى يُراد زراعتها يومًا بيوم بحيث لايتبقى منها شئ للزراعـــة فى يوم آخر؛ أى يجب أن يكون النقع على قدر المساحة التى يمكن زراعتها يوميًّا.

وإذا تعذر نقع الفصوص بالطريقة التى أسلفنا بيانها، فليس أقل من نقعها فى الماء لمدة ساعة، ثم كمرها فى خيش لمدة ١٢ ساعة قبل الزراعة، بحيث تنتهى مدتا النقع والكمر قبل الزراعة مباشرة.

ويلاحظ أن عملية النقع - بأى طريقة كانت - تجرى على الفصـــوص، وليـــس علـــى الرؤوس غير المفصصة.

كذلك يتم نقع الفصوص - بعد انتهاء فترة النقع فى الماء مباشرة - فى معلـــق مـــن الكـــبريت الميكرونى بتركيز ٥ جم/لتر لمدة نصف ساعة، على أن تنتهى عمليتا النقع فـــى المـــاء والكـــبريت الميكرونى فى صباح يوم الزراعة. وتفيد عملية النقع فى الكبريت الميكرونـــى فـــى التخلـــص مـــن أكاروس الحلم الدودى.

طرق الزراعة

يزرع الثوم بالطرق التالية:

١ - الزراعة بـــ (الشك):

تعتبر الزراعة بالشك هى الطريقة السائدة فى مصر؛ إذ تحـــرث الأرض مرتيـــن مـــع التزحيف عقب كل مرة وإضافة السماد البلدى، بمعدل ١٥-٢٠ مترًا مكعبًا عقـــب الحرثـــة الأولى، وتخطط الأرض بعد الحرثة الثانية إلى خطوط بعـــرض ٥٠-٦٠ ســـم (أى يكـــون التخطيط بمعدل ١٢-١٤ خطًا فى القصبتين). ويفضل فى حالة إصابة الأرض بالحشـــائش بصورة وبائية أن تتم مكافحتها أولاً بمبيد مناسب، مثل ستومب.

تروى الأرض قبل الزراعة بنحو يومين إلى ثلاثة أيام (تسمى بالريّة "الكدابة")، وبعد أن تجف الأرض بشكل مناسب، تغرس الفصوص على الريشتين (جانبى الخط) علـــى مســـافة ١٠ سم، ويراعى غرس الفصوص وهى قائمة؛ أى يكون جزؤها السفلى المتصل بالســـاق

إلى أسفل، كما يراعى أن يغرس ثلثا الفص فقط فى الأراضى الثقيلة، ويترك الثلث العلوى ظاهرًا على سطح التربة، وأن تكون الزراعة بفص واحد، وليس بعدة فصوص ملتصقة. وأن تروى الأرض رية خفيفة بعد غرس الفصوص بها. وفى الأراضى الرملية يغرس الفص حتى قمته فى التربة.

أما عند اتباع طريقة الشك فى زراعة المحصول المحمل، فإن الأرض تجهز لزراعة القطن أو الذرة، ثم تغرس الفصوص بنفس الطريقة السابقة على الريشة الشمالية أو الغربية، وتترك الريشة الأخرى لزراعة المحصول الرئيسى فيما بعد (الإدارة العامة للتدريب ١٩٨٣).

٢ – الزراعة فى سطور:

تزرع الفصوص على مسافة ١٠ سم فى سطور تبعد عن بعضها البعض بمقدار ٣٠ سم فى أحواض بأبعاد ٣٠ × ٣٠ م.

٣ – الزراعة نثرًا فى أحواض:

تنثر الفصوص فى أحواض بأبعاد ٣ × ٣م.

ويعاب عل هذه الطريقة أنه يتكون لبعض النباتات رقبة ملتوية، بينما لا يتأثر المحصول إلا فى الحالات التى يكون فيها الفص مقلوبًا تمامًا. ولتلافى نقص المحصول الذى تحدثه هذه الحالات، يوصى بزيادة كمية التقاوى بنسبة ٥-١٠٪ (عن Jones & Mann ١٩٦٣). وتؤدى زراعة الفصوص على جانبها إلى تأخير الإنبات، ويزداد التأخير فى الإنبات عندما يكون وضع الفصوص مقلوبًا، كما لا ينبت بعضها.

٤ – الزراعة الآلية:

يزرع الثوم فى كاليفورنيا آليًا على مصاطب بعرض ١٠٠ سم، وبكل منها سطران للزراعة بينهما مسافة ٣٠-٥٠ سم (شكل ١٠-٤، يوجد فى آخر الكتاب). وتزرع الفصوص على مسافة ٢,٥-٧,٥ سم من بعضها بمعدلات تتوقف على الصنف المستعمل فى الزراعة كما يلى (عن Sims وآخرين ١٩٧٦):

الصنف	عدد الفصوص فى كل متر طولى من السطر	كمية الفصوص اللازمة للفدان (كجم)
كريول Creole	٥٠-٦٠	٣٥٠-٥٣٠
كاليفورنيا إيرلى California Early	٤٠-٥٠	٧٠٠-٩٠٠
كاليفورنيا ليت California Late	٥٠-٦٠	٨٢٥-٩٥٠

٥ – الزراعة فى الأراضى الرملية عند اتباع طريقة الرى بالتنقيط:

تكون الزراعة فى الأراضى الرملية على مصاطب مرتفعة بعرض ١٠٠ سم يمُد عليها خرطومين للرى يفصل بينهما مسافة ٦٠ سم، ويبعد كل منهما عن حافة المصطبة مسافة ٢٠ سم، وتكون الزراعة على جانبى كل خرطوم، بحيث يبعد كل سطر بمسافة ١٠ سم من الخرطوم؛ وبذا يوجد أربعة سطور للزراعة فى كل مصطبة.

٦ – الزراعة فى الأراضى الرملية عند اتباع طريقة الرى بالرش:

تزرع الفصوص على مسافة ١٠ سم فى سطور تبعد عن بعضها البعض بمقدار ٣٠ سم إما على أرض منبسطة كما فى حالة الرى المحورى أو بالرشاشات الدوارة، وإما على مصاطب كما فى حالة الزراعة الآلية التى أسلفنا بيانها.

تأثير كثافة الزراعة

درس Maksound وآخرون (١٩٨٣ب، و ١٩٨٤ جـ) تأثير كثافة الزراعة على الثوم المصرى والصينى فى مواقع مختلفة من مصر. وقد دلت النتائج أن الإنبات والوزن الطازج والجاف للنباتات كان مرتفعًا عند الزراعة على المسافات الواسعة (١٠ و ١٥ سم)، بالمقارنة بمسافات الزراعة الضيقة (٥ سم)، كما أوضحت النتائج أن المحصول كان عاليًا، وأن الأبصال كانت صغيرة الحجم عند الزراعة على المسافات الضيقة، فازداد محصول الصنف المصرى بمقدار ٢٩,٨٪، و ١٠١٪ عند زراعته على مسافة ١٠، و ١٥ سم على التوالى، بالمقارنة بالزراعة على مسافة ١٥ سم . وبالمقارنة .. وصلت نسبة الزيادة المماثلة فى الصنف الصينى إلى ٣٠,٥٪ و ٧٩,٦٪ على التوالى.

وعمومًا .. فإن محصول الثوم يزداد بزيادة كثافة الزراعة بين ١٧ و ١٠٠ نبات فى المتر المربع، إلا أن متوسط وزن البصلة ينخفض بزيادة كثافة الزراعة، فى الوقت الذى تكون فيه الأبصال الكبيرة أعلى سعرًا. ولذا .. فإن الكثافة المثلى يدخل فى تحديدها العامل الاقتصادى، وهى تتراوح – عادة – بين ٣٠ و ٤٠ نباتًا فى المتر المربع.

وفى كاليفورنيا – حيث يزرع الثوم على مصاطب مرتفعة (بعرض متر وارتفاع ١٥–٢٠سم) تتراوح كثافة الزراعة بين ٤٠ و ٦ نباتًا فى المتر المربع. وتفضل الكثافة المنخفضة عند إنتاج الثوم لأجل التسويق الطازج، بينما تفضل الكثافة العالية عند إنتاج الثوم لأجل التصنيع، حيث يكون الهدف هو زيادة المحصول، بينما تقل أهمية حجم الأبصال. كذلك ينتج

الثوم فى دول أخرى على مصاطب بعرض ١,٤م فى ٤–٥ سطور وبكثافة ٣٥–٤٠ نباتًا فى المتر المربع (Brewster & Rabinowitch ١٩٩٠). وفى مصر أعطت كثافة زراعة ٥٢ نباتًا/م^{2} أعلى محصول، إلا أن ذلك كان على حساب متوسط وزن الرأس، وذلك مقارنة بكثافات الزراعة ١٣، و ٢٦ نباتًا/م^{2} (Farag وآخرون ١٩٩٤).

مواعيد الزراعة

تمتد زراعة الثوم البلدى من منتصف أغسطس حتى آخر أكتوبر فى الوجه البحرى ومصر الوسطى، وحتى ديسمبر فى الوجه القبلى. ولكن يفضل دائمًا التبكير فى الزراعة حتى تكوّن النباتات نموًّا خضريًّا جيدًا قبل أن تبدأ فى تكوين الأبصال، وذلك لأن الأبصال تبدأ فى التكوين بمجرد ارتفاع درجة الحرارة وزيادة طول النهار.

وتوصى وزارة الزراعة (مشروع استخدام ونقل التكنولوجيا الزراعية) بأن تكون زراعة الثوم البلدى خلال النصف الأول من شهر سبتمبر فى الوجه البحرى، والنصف الثانى من سبتمبر فى الوجه القبلى. أما الثوم الصينى السلالة سدس ٤٠ فتوصى الوزارة بأن تكون زراعتها خلال النصف الثانى من شهر سبتمبر فى الوجه البحرى، والنصف الأول من أكتوبر فى الوجه القبلى.

أما الثوم المحمل فإن زراعته تكون فى المواعيد ذاتها المذكورة أعلاه عند زراعة الثوم أولاً ثم التحميل علية، وقبل ذلك بنحو ١٥ يومًا عند زراعة محصول التحميل أولاً، ثم تحميل الثوم عليه. ويعد الذرة، واللوبيا، والفاصوليا من أهم المحاصيل التى يُحمل عليها الثوم، بينما تعد البسلة من أهم المحاصيل التى تحمل على الثوم.

وقد تبين من دراسات Elgindy (١٩٦٦) أن نباتات الثوم البلدى تنضج فى وقت واحد، أيًّا كان موعد الزراعة، ووجد كذلك أن تأخير الزراعة فى الجيزة عن الأسبوع الأول من شهر أكتوبر يؤدى إلى نقص المحصول. وقد أختبر Maksound وآخرون (١٩٨٣ جـ) ثلاثة مواعيد لزراعة الثوم فى مصر هى ١٥ سبتمبر، وأول أكتوبر، و ١٥ أكتوبر، ووجدوا أن الزراعة المبكرة كانت أفضل، حيث سمحت بتكوين نموًّا خضريًّا كبيرًا، وأدت بالتالى إلى الحصول على محصول عالٍ ذى جودة عالية. وفى دراسة أخرى (Maksoud وآخرون ١٩٨٤أ) أعطت الزراعة المبكرة فى أول سبتمبر نموًّا أفضل من حيث الوزن الطازج والجاف للنبات، كما كان وزن الأبصال وكمية المحصول كبيرة، بالمقارنة بمواعيد

الزراعة الأخرى، وهى ١٥ سبتمبر وأول أكتوبر. ولقد أوضحت النتائج أن ميعاد الزراعة المناسب الذى يعطى محصولاً أفضل هو من أول سبتمبر إلى منتصفه بالنسبة لمنطقة شلقان، ومن منتصف سبتمبر إلى منتصف أكتوبر بالنسبة للزقازيق، ومن منتصف سبتمبر إلى أول أكتوبر بالنسبة لمنطقة سدس.

عمليات الخدمة الزراعية

الترقيع

تجرى عملية الترقيع للجور الغائبة بعد ٧-١٠ أيام من الزراعة فى الصنف البلدى، وبعد ٢٠-٢٥ يوما فى الصنف الصينى، وذلك نظرًا لأنه يتأخر فى الإنبات.

العزق ومكافحة الأعشاب الضارة

نظرًا لبطء نمو نبات الثوم فى الشهور الأولى بعد الزراعة، فمن الممكن أن تضر الحشائش السريعة النمو بالنبات إذا تركت دون تنقية. وتجب إزالة الحشائش بالعزق السطحى (خربشة) بمجرد تكامل الإنبات، مع تجنب العزق العميق، وذلك لأن جذور الثوم لاتتعمق كثيرًا فى التربة، ويراعى الترديم حول النباتات عند إجراء عملية العزق. ويحتاج الثوم إلى ٤-٥ عزقات أثناء نموه، ولكن يقل عدد العزقات إلى اثنين إذا استعملت المبيدات فى مكافحة الحشائش قبل الزراعة.

كما نجحت طريقة تعقيم التربة بالإشعاع الشمسى بتغطيتها بالبلاستيك الشفاف - لمدة ٤-٦ أسابيع قبل الزراعة - فى مقاومة حشائش النفل، والجزر البرى، والسعد، بينما قلت فاعلية هذه الطريقة فى مقاومة عرف الديك والسلق؛ مما استلزم إجراء عزقة خفيفة، أو عزقتين لمحصول الثوم أثناء فترة نموه. وقد حققت معاملة العزق العادى ٣ أو ٤ مرات، والتعقيم بالإشعاع الشمسى لمدة ٦ أسابيع قبل الزراعة أعلى محصول للفدان (Maksoud & Fayed ١٩٨٤).

وتفضل مكافحة الحشائش بالرش بالاستومب ٥٠٪، أو الكوبكس ٥٠٪ قبل الزراعة (قبل الرية الكدابة) بمعدل ١,٧ لترًا/فدان، وبالجول ٢٤٪ عندما تصل النباتات إلى مرحلة تكوين ثلاث إلى أربع ورقات، بمعدل ٧٥٠ مل/فدان، كذلك يفيد كثيرًا الرش بالكوتوران بعد شهرين من الزراعة فى مكافحة الحشائش.

وقد كان استعمال الجول بمعدل ٠,٠٧٥ لترًا/فدان أكثر كفاءة فى مكافحة حشائش الثوم من استعمال الرونستار Ronstar بمعدل لترين/فدان (Farag وآخرون ١٩٩٤).

الرى

يحتاج الثوم إلى رى منتظم، فتؤدى زيادة الرطوبة الأرضية خلال مرحلة التبصيل إلـــى زيادة سمك رقبة البصلة، وزيادة نسبة الرطوبة فيها، وانخفاض مقدرتها على التخزيــــن. ورداءة لونها. أما عدم انتظام الرى، فيؤدى إلى تشويه شكل الرؤوس. وتقل الفترة بيــــن الريات فى الأراضى الخفيفة وفى الجو الحار، كما يوقف الرى عندما يبدأ ظهور علامــــات النضج، ويكون ذلك قبل الحصاد بنحو أسبوعين إلى أربعة أسابيع حســــب قــوام التربــة والظروف البيئة. ويؤدى الاستمرار فى الرى خلال تلك الفترة إلى ضعف قابليـــة الأبصـــال للتخزين، مع تكوين نموات ثانوية بالأبصال.

ويمكن فى الأراضى الرملية رى حقول الثوم بأى من نظم الرى الثلاثة: بالغمر، أو بـــالرش، أو بالتنقيط. ويعطى الرى بالتنقيط أعلى محصول، ولكنه يتطلب تكلفة إنشائية عالية بسبب ضيق المسافة بين خراطيم الرى؛ ولذا .. فإن الــرى بالرش هو النظام المفضــــل لــرى الثــوم فـــى الأراضى الصحراوية.

وتتوقف كمية مياه المياه التى تلزم لرى الثوم فى الأراضى الرمليـــة علـــى الظــروف الجوية، ومرحلة النمو النباتى. وقد وجد أنها تتراوح فى منطقة النوبارية بين خمسة أمتار مكعبة للفدان فى شهر ديسمبر، و ١٢,٥ مترًا مكعبًا للفدان فى كل من شهرى سبتمبر (عند الزراعة، وحيث تكون الحرارة مرتفعة نسبيًا)، ومارس (حيث تكون النباتات فى أوج نموها الخضرى).

وقد درس Maksoud وآخرون (١٩٨٦) تأثير مستويات مختلفة من رطوبة التربة، وهـــى الرى عند استنفاد ١٥، و ٣٠، و ٦٠، و ٩٠٪ من الرطوبة الميسرة فى التربة علـــى أصنـــاف الثوم الأمريكى والبلدى والصينى. وأوضحت النتائج أن المعاملة المناسبة كـــانت بـــالرى عنـــد استنفاد ٣٠٪ من الرطوبة الميسرة فى التربة؛ حيث أدت إلى زيادة معدل النمو، ومتوســـط وزن البصلة والمحصول الكلى، والمحصول الصالح للتصدير، كما صاحبتها زيادة فى كفاءة اســـتخدام ماء الرى، ومقدار الماء المستخدم لإنتاج وحدة الوزن من المحصول.

التسميد

معدلات التسميد الموصى بها فى بعض دول العالم

لإنتاج أعلى محصول من الثوم يوصى – فى مناطق مختلفة من العالم – بالتسميد بالنيتروجين،

والفوسفور، والبوتاسيوم بالمعدلات التالية (بالكيلوجرام للهكتار، وللتحويل إلى المعدلات بـــالكيلوجرام للفدان يُقسم على ٢,٣٨ ، عن Brewster & Rabinowitch ١٩٩٠).

الدولة	N	P_2O_5	K_2O
الهند	٦٠	٦٠	١٢٠
إسرائيل	٨٠-١٢٠ قبل الزراعة + ٢ كجم يوميًا مع مياه الرى	٢٦٠-٣٥٠	٣٢٠-٣٨٠
إيطاليا	١٦٠	صفر	١٦٠
الولايات المتحدة (كاليفورنيا)	٨٤-١٦٨	٨٤-٢٢٤	--

التسمير فى الأراضى الثقيلة

يضاف السماد العضوى بمعدل ١٥-٢٠ مترًا مكعبًا للفدان عند إعداد الأرض للزراعة، مـــع ١٥٠ كجم من الكبريت الزراعى. وبالإضافة إلى ذلك .. فإن الثوم يحتاج إلى ١٢٠ وحدة آزوت، و ٧٥ وحدة فوسفور، و ٧٢ وحدة بوتاسيوم للفدان من الأسمدة الكيميائية. ويضاف ثُمن كميـــة الآزوت، وثلث كمية الفوسفور عند إعداد الأرض قبل الزراعة. أما باقى الكميات، فتضاف نثرًا فى باطن الخطوط أسفل النباتات على ثلاث دفعات، الأولى: بعد شهر من الزراعة ومعـــها ١٥٠ كجـــم أخرى من الكبريت الزراعى، ثم شهريًا بعد ذلك. ويراعى ألا تتأخر إضافة السماد عن ذلك، حتـــى تكتمل الاستفادة منه، ويتحقق الغرض من التسميد بتكوين نمو خضرى جيد قبل تكوين الأبصال.

وقد أوضحت الدراسات التى أجريت على صنف الثوم الصينى أن التسميد النيـــتروجينى يشجع على نمو نباتات الثوم بدرجة أكبر من التسميد الفوسفورى أو البوتاسى. وقـــد أدت المستويات المرتفعة من العناصر الكبرى إلى إحداث زيادة واضحة فـــى حجـــم الأبصـــال، والمحصول الكلى، والمحصول القابل للتسويق (Maksoud وآخرون ١٩٨٣د).

التسمير فى الأراضى الرملية

يتشابه الثوم مع البصل من حيث نظام التسميد فى الأراضى الرملية، وكميات الأســـمدة التى تلزم للفدان مع اختلافات بسيطة - نوضحها فيما يلى:

أولاً: أسمدة تضاف قبل الزراعة وتخلط بالسماد العضوى:

تكون إضافة الأسمدة السابقة للزراعة نثرًا فى حالتى الرى بالغمر وبالرش، وفى بـــاطن

مصاطب الزراعة فى حالة الرى بالتنقيط. ويتم التسميد فى الحالة الأخيرة بفتح المصاطب بالمحراث، ثم وضع الأسمدة، ثم شق المصاطب القائمة مرة أخرى بالمحراث؛ لتصبح الأسمدة فى باطن المصاطب الجديدة. ويوصى بإضافة كميات الأسمدة التالية للفدان:

• ٤م^3 من السماد البلدى (سماد الماشية)، أو نحو ٢٠م^3 من السماد البلدى مع ١٠م^3 من سماد الكتكوت (زرق الدواجن).

• ٣٠ كجم نيتروجينًا (١٥٠ كجم سلفات نشادر)، و ٦٠ كجم P_2O_5 (٤٠٠ كجم سوبر فوسفات عادى)، و ٣٠ كجم K_2O (٦٠ كجم سلفات بوتاسيوم).

• ٨ كجم MgO (٨٠ كجم سلفات معنيسيوم)، و ١٥٠ كجم كبريتًا زراعيًّا.

ثانيًا: أسمدة عناصر أولية تضاف عن طريق التربة، أو مع ماء الرى بعد الزراعة:

توالى حقول الثوم بعد الإنبات بالتسميد بالعناصر الأولية بمعدل حوالى ١٠٠ كجم نيتروجينًا (N)، و ١٢٠ كجم بوتاسيوم (K_2O) للفدان على النحو التالى:

١ – تستخدم اليوريا وسلفات الأمونيوم (بنسبة ١:١ من النيتروجين المضاف) كمصدر للنيتروجين خلال الأسابيع الثلاثة الأولى بعد الإنبات، ثم تستخدم سلفات النشادر –منفردة– أو مع نترات الأمونيوم بعد ذلك. وتتوقف النسبة المستخدمة من النيتروجين النتراتى على درجة الحرارة السائدة؛ حيث تنتفى الحاجة إليه فى الجو الدافئ (لتحول الأمونيوم إلى نترات بسرعة فى هذه الظروف)، بينما تزيد الحاجة إليه (فى حدود ٢٥٪–٥٠٪ من كمية النيتروجين الكلى المضافة فى الجو البارد.

٢ – تستخدم سلفات البوتاسيوم كمصدر للبوتاسيوم، ويلزم – فى حالة إضافتها مع ماء الرى – عمل عجينة من السماد مع حامض النيتريك بنسبة ٤:١ وتركها يومًا كاملاً قبل إذابتها فى الماء، وأخذ الرائق للتسميد به.

٣ – يفضل – عند اتباع نظام الرى بالتنقيط – استبدال ١٥ كجم من خامس أكسيد الفوسفور الموصى بها قبل الزراعة (١٠٠ كجم سوبر فوسفات) بكمية مماثلة – تضاف مع ماء الرى بعد الزراعة – فى صورة حامض فوسفوريك.

٤ – توزيع كميات عناصر النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم المخصصة للمحصول على النحو التالى:

أ – يزداد معدل التسميد بالفوسفور (فى حالة الرى بالتنقيط) سريعًا، إلى أن يصل إلى أقصى معدل له بعد نحو شهرين ونصف شهر من الزراعة، ثم تتناقص الكمية تدريجيًّا إلى أن يتوقف التسميد نهائيًا قبل الحصاد بنحو شهر.

ب – يزداد معدل التسميد بالنيتروجين تدريجيًّا إلى أن يصل إلى أقصى معدل له بعد نحو ثلاثة أشهر ونصف الشهر من الزراعة، ثم تتناقص الكمية المستخدمة منه تدريجيًّا إلى أن يتوقف التسميد نهائيًا قبل الحصاد بنحو ثلاثة أسابيع.

جـ – يزداد معدل التسميد بالبوتاسيوم ببطء إلى أن يصل إلى أقصى معدل له بعد نحو أربعة أشهر ونصف الشهر من الزراعة، ثم تتناقص الكمية المستخدمة منه – تدريجيًّا – إلى أن يتوقف التسميد بالبوتاسيوم – نهائيًّا – مع توقف الرى السابق للحصاد.

٥ – تحسب الكمية اللازمة من جميع الأسمدة لكل أسبوع من موسم النمو – حسب مرحلة النمو النباتى – ثم تضاف بالكيفية التالية:

أ – فى حالة الرى السطحى:

تخلط الأسمدة معًا، وتضاف – على فترات أسبوعية – سرًا إلى جانب النباتات، وعلى مسافة ٧ سم من قاعدتها.

ب – فى حالة الرى بالرش:

تخلط الأسمدة معًا، وتضاف إلى جانب النباتات كما فى حالة الرى السطحى. كذلك يمكن التسميد مع ماء الرى بالرش خلال النصف الثانى من حياة النبات، حينما تكون جذوره قد تشعبت فى الحقل إلى درجة تسمح بأكبر استفادة ممكنة من الأسمدة المضافة التى تتوزع مع ماء الرى فى كل الحقل.

ويلزم فى هذه الحالة تشغيل جهاز الرى بالرش أولاً بدون سماد، لمدة تكفى لبلّ سطح التربة، وبل أوراق النبات، وإلا فقد السماد بتعمقه فى التربة مع ماء الرى. يلى ذلك إدخال السماد مع ماء الرى لمدة تكفى لتوزيعه بطريقة متجانسة فى الحقل، ويعقب ذلك الرى بالرش بدون تسميد لمدة ١٠–١٥ دقيقة؛ بغرض غسل السماد من على الأوراق، وتحريكه فى التربة، والتخلص من آثاره فى جهاز الرى بالرش .

جـ – فى حالة الرى بالتنقيط:

يتم التسميد مع ماء الرى بالتنقيط – عادة – ست مرات أسبوعيًّا، ويخصص اليوم السابع

للرى بدون تسميد. وتوزع الأسمدة المخصصة لكل أسبوع على أيام التسميد الستة بأحد النظم التالية:

(١) تخلط جميع الأسمدة المخصصة لليوم الواحد، ويسمد بها معًا، وهذا هو النظام المفضل.

(٢) يخصص يوم للتسميد الآزوتى، ثم يوم للتسميد الفوسفاتى والبوتاسى ... وهكذا.

(٣) تخصص ثلاثة أيام منفصلة للتسميد الآزوتى، والفوسفاتى، والبوتاسى، ثم تعاد الدورة ... وهكذا.

ويمكن – فى حالة التسميد مع ماء الرى بالتنقيط – استبدال الأسمدة التقليدية بالأسمدة المركبة السائلة، أو السريعة الذوبان إذا كان استخدامها اقتصاديًّا. ويتوقف تحليل السماد المستخدم على مرحلة النمو النباتى؛ حيث يمكن استعمال سماد تحليله ١٩-٦-٦ لمدة شهرين بعد الزراعة (أو حوالى شهر ونصف الشهر بعد الإنبات)، يحل محله سماد تركيبه ٢٠-٥-١٥ إلى ما بعد الزراعة بنحو ٤ شهور، ثم بسماد تركيبه ١٥-٥-٣٠ إلى ما قبل الحصاد بفترة تتراوح من أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع.

يكون استخدام هذه الأسمدة بكميات تفى بحاجة النباتات من عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم. ونظرًا لأن العناصر الغذائية فى تلك الأسمدة تكون جاهزة لامتصاص النباتات مباشرة .. لذا يمكن عند استخدامها خفض كمية عنصرى النيتروجين والبوتاسيوم الموصى بها إلى ٥٠ كجم N ، و ٦٠ كجم K_2O للفدان. أما الفوسفور .. فتبقى الكمية التى يمكن استعمالها بعد الزراعة – وهى ١٥ كجم P_2O_5 للفدان – كما هى؛ نظرًا ن التسميد المنفرد بالفوسفور يكون بحامض الفوسفوريك الجاهز للامتصاص السريع على أية حال.

ويكفى – عادة – نحو كيلو جرام واحد (أو لتر واحد) من تلك الأسمدة للفدان يوميًّا بعد إنبات التقاوى، ثم تزداد الكمية – تدريجيًّا – إلى أن تصل إلى نحو ٢-٢,٥ كجم يوميًّا فى منتصف موسم النمو، ثم تتناقص – تدريجيًّا – إلى أن تصل إلى كيلو جرام واحد للفدان يوميًا – مرة أخرى – قبيل فترة التوقف عن الرى التى تسبق الحصاد.

وكما فى حالة التسميد بالأسمدة التقليدية .. يلزم تخصيص يوم واحد، أو يومين – أسبوعيًّا – للرى بدون تسميد؛ بهدف خفض تركيز الأملاح فى منطقة نمو الجذور.

هذا .. ويتعين عدم التسميد – مع ماء الرى – بالأسمدة التى تحتوى على أيونى

الفوسفات (مثل حامض الفوسفوريك)، أو الكبريتات (مثل: سلفات الأمونيوم وسلفات البوتاسيوم) عند احتواء مياه الرى على تركيزات عالية من الكالسيوم؛ لكى لايترسبا بتفاعلهما مع الكالسيوم.

وتوصى وزارة الزراعة (١٩٩٧) - عند التسميد مع مياه الرى بالتنقيط فى الأراضى الرملية - بإذابة السماد اللازم فى كمية من الماء تكفى لرى المساحة المطلوبة، واستخدامها فى الرى مباشرة، على أن يكون الرى بالسماد خلال يومين، ثم بالماء فقط فى اليوم الثالث، وتكرار هذه الدورة باستمرار بعد ذلك. ويحضر المحلول بإذابة مختلف أسمدة العناصر الكبرى يوميًا فى مياه الرى بالمعدلات التالية (جم/م^{3} من الماء):

السماد	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس
سلفات النشادر	٤٠٠	٤٠٠	٣٥٠	٣٠٠	٣٠٠	٢٥٠
حامض الفوسفوريك	٩٥	٩٥	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٩٠
سلفات البوتاسيوم	٦٠٠	٦٠٠	٦٥٠	٧٠٠	٧٠٠	٦٥٠

كما توصى الوزارة بزيادة كميات حامض الفوسفوريك وسلفات البوتاسيوم المذابة فى مياه الرى عندما تكون الزراعة فى الأراضى الجيرية لتصبح بالمعدلات التالية (جم/م^{3} من مياه الرى):

السماد	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس
حامض فوسفوريك	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٢٠	١٢٠	١٢٠
سلفات البوتاسيوم	٧٠٠	٧٠٠	٧٠٠	٧٠٠	٦٥٠	٦٥٠

ثالثًا: التسميد بالعناصر السمادية الأخرى:

لاتحتاج حقول الثوم - عادة - إلى كميات إضافية من عناصر الكبريت، والمغنيسيوم، والكالسيوم التى تتوفر بكميات تفى بحاجة النبات فى الأسمدة التى سبقت الإشارة إليها. أما العناصر الصغرى (الحديد، والزنك، والمنجنيز، والنحاس، والبورون) .. فيلزم التسميد بها إما فى صورة أسمدة بسيطة عادية أو مخلبية، وإما فى صورة أسمدة ورقية مركبة بنفس الكيفية التى سبق إيضاحها تحت البصل.

المعاملة بالماليك هيدرازيد

أدت معاملة نباتات الثوم المصرى بالمليك هيدرازيد بتركيز ٢٥٠٠ جزء فى المليون قبل الحصاد بأسبوعين إلى منع التزريع فى المخازن، وزيادة فترة التخزين (El-Oksh وآخرون ١٩٧١).

تقليم الأوراق - عملية غير مرغوب فيها

تلجأ بعض المطاعم إلى إضافة أوراق الثوم الخضراء إلى عجينة الفلافل. وليس هناك من سبيل للحصول على هذه الأوراق إلا بتقليم النبات. وقد وُجد أن إزالة الأوراق السفلية لنباتات الثوم أدت إلى نقص محصول الأبصال معنويا عند إجرائها فى النصف الثانى من موسم النمو، والذى يرتبط بفترة تكوين الأبصال. وكان الصنف المصرى أكثر الأصناف تأثرا بهذه المعاملة، وأقلها تأثرًا الصنف الصينى (Maksoud & El-Tabbakh ١٩٨٣).

الفسيولوجى

تكوين الأبصال

تتكون أبصال الثوم عند ازدياد طول النهار فى فصل الربيع إلى الحد الحرج لتكوين الأبصال، وتزداد سرعة تكوين الأبصال مع ارتفاع درجة الحرارة حتى ٢٥ْم. ويتشابه الثوم فى ذلك مع البصل، إلا أنهما يختلفان فى أن تكوين الأبصال فى الثوم يتأثر كذلك بدرجة الحرارة التى تتعرض لها الفصوص الساكنة أثناء التخزين، وتلك التى تتعرض لها النباتات النامية فى الحقل قبل تكوين الأبصال، فيودئ تعريض الفصوص الساكنة أو النباتات الصغيرة لدرجة حرارة تتراوح من صفر إلى ١٠ْم مئوية لمدة ٣٠-٦٠ يومًا الى سرعة تكوين الأبصال فيما بعد. وكلما ازدادت فترة التخزين البارد، أو انخفضت درجة حرارة التخزين فى تلك الحدود. كانت النباتات المتكونة أكثر تبكيرا فى تكوين الرؤوس والنضج، إلا أن النبات يكون صغيرا، ولا يكوّن رأسا كبيرة. هذا .. ويتم التعرض للحرارة المنخفضة بالقدر الكافى فى معظم مناطق زراعة الثوم، ويكون ذلك إما أثناء تخزين التقاوى، أو أثناء نمو النباتات خلال فصلى الخريف والشتاء (Mann & Minges ١٩٥٨).

وبالمقارنة .. نجد أن الثوم لايكوّن أبصالا عادة عند زراعته تحت ظروف الجو الدافئ والنهار القصير فى المناطق الاستوائية. وإذا ما زرع على الهضاب المرتفعة فى هذه

المناطق، حيث يكون الجو أبرد، فإن النباتات تكوّن أبصالاً، ولكنها تكون صغيرة وغير منتظمة الشكل.

ويمكن الإسراع بتكوين الأبصال بالاستفادة من ظاهرة استجابة الثوم للحرارة المنخفضة أثناء التخزين، حيث تنبت الفصوص بسرعة، وبقوة أكبر عند الزراعة إذا سبق ذلك تخزينها فى درجة حرارة ٥-١٠ْم، وذلك عمّا إذا كان قد سبق تخزينها فى درجة صفر أو ٢٠ْم. وتكون النباتات أطول ما يمكن عندما تستخدم فى الزراعة فصوص سبق تخزينها فى درجة الصفر المئوى، وتكون أقصر مايمكن عندما يكون التخزين السابق للزراعة فى حرارة ٢٠ْم. وفى كلتا الحالتين تكون أوراق النباتات ضيقة، وسيقانها الكاذبة رفيعة، بينما تكون النباتات النامية من فصوص سبق تخزينها فى درجة حرارة ١٠ْم ذات أوراق عريضة وسيقان سميكة. وقد جرت محاولات للاستفادة من هذه الظاهرة فى مصر فى إنتاج محصول مبكر من الثوم الصينى يصلح للتصدير.

ويتم تحفيز الثوم لتكوين الأبصال - كما فى البصل - لدى تعرض النباتات لفترة ضوئية طويلة وحرارة مرتفعة ولإضاءة تنخفض فيها نسبة الأشعة الحمراء: الأشعة تحت الحمراء. ولكن نجد - على الأقل فى الأصناف التى تزرع فى المناطق الباردة - أن النباتات لايمكنها الاستجابة لتلك العوامل إلا إذا كان قد سبق تعريضها لحرارة منخفضة إما كفصوص (أبصال) مخزنة، أو بعد الزراعة فى الحقل. ووجد - مثلاً - أن التعرض لحرارة ١٥ْم - أو أقل - كان ضروريًا لاستحثاث التبصيل فى الأصناف اليابانية، وتراوح المدى المناسب لذلك بين ٢ و ٤ْم.

وبالإضافة إلى ما تقدم بيانه، فإن التخزين البارد للأبصال يؤدى إلى تهيئة النباتات للاتجاه نحو الإزهار بعد الزراعة، إلا أن ذلك يتطلب التعرض لحرارة أكثر انخفاضًا تتراوح بين -٢ْم و ٢ْم.

وكلما ازدادت فترة تخزين الفصوص فى الحرارة المنخفضة المهيئة للتبصيل، كلما تكونت الفصوص فى محاور ورقية أكبر عمرًا؛ مما يعطى الفرصة لتكوين فص قمى؛ وبذا تتكون الرأس من فص واحد.

وتؤدى الحرارة العالية والفترة الضوئية الطويلة بعد الزراعة مباشرة إلى إسراع تميز الأوراق الخازنة؛ مما قد يؤدى إلى تكوين الفصوص قبل التفريع الجانبى؛ وبذا .. تتكون

أبصال وحيدة الفص. وتزداد حدة هذه الحالة عند استمرار تخزين فصوص التقاوى لفترة طويلة فى الحرارة المهيئة للتبصيل والتى تتراوح بين ٢ و ٤°م (عن Brewster ١٩٩٤).

وفى الظروف التى تسودها حرارة منخفضة وفترة ضوئية قصيرة بعد الزراعة مباشرة. كما فى الزراعات الخريفية المتأخرة، فإن الفروع الجانبية قد تعطى أنصال أوراق، وتكون نموات جانبية. ويزداد تكوين هذه النموات الورقية الجانبية – كذلك – فى حالات التسميد الآزوتى الغزير، وعند الرش بالسيتوكينينات (مثل البنزيل أدينين بتركيز ٥٠ جزءًا فى المليون). وتزداد هذه النموات الورقية الجانبية فى السمك، وتتصلب أعناقها وتعرف حينئذ باسم "ذوات الرقاب الصلبة" Stiff Necks . وأخيرا، فإن هذه النموات الجانبية تكوّن فصوصًا. ومع نضج الأبصال، يؤدى فقد بعض الأغماد الخارجية إلى تعرية الفصوص الخارجية؛ وبذا .. تبدو الأبصال غير منتظمة الشكل، وغير مكتملة التغليف بالأوراق الحرشفية (عن Brewster ١٩٩٤).

السكون والتزريع

تدخل فصوص الثوم فى فترة راحة عندما تصل النباتات إلى مرحلة النضج فى الحقل. وفى هذه الفترة لاتستطيع الفصوص الإنبات (التزريع) أو التجذير، حتى ولو تهيأت لها الظروف المناسبة لذلك. وتضعف حالة السكون تدريجيًا فى المخازن، ويكون ذلك أسرع عند التخزين فى حرارة ٥–١٠°م، عمّا فى حالة التخزين فى درجات الحرارة الأقل أو الأعلى من ذلك. ويستمر الضعف المستمر لحالة السكون هذه المدة ٤–٥ أشهر، وبعدها تنتهى فترة الراحة.

ويختلف طول فترة الراحة باختلاف الأصناف، وذلك مما يؤثر فى صلاحيتها للتخزين؛ فهى أقصر كثيرًا فى الصنف كاليفورنيا إيرلى عما فى الصنف كاليفورنيا ليت، وذلك لدرجة أن الصنف الأول نادرًا ما يخزن (Mann & Minges ١٩٥٨).

وتتوقف فترة سكون فصوص الثوم بعد الحصاد على حالة النضج الفسيولوجى للفصوص، ودرجة حرارة التخزين. فالنباتات التى تحصد وأوراقها مازالت خضراء تلزم لفصوصها فترة أطول لكى تخرج من حالة السكون، مقارنة بفصوص النباتات التى تحصد بعد شيخوخة واصفرار النموات الخضرية. ويجب التفريق بين السكون من حيث عدم القدرة على التزريع، والذى يكون أعمق فى الفصوص غير المكتملة التكوين فسيولوجيًا،

والسكون من حيث عدم القدرة على استمرار النمو، والذى يكون أعمق فى الفصوص المكتملة التكوين، بينما تستمر الفصوص غير المكتملة التكوين فى النمو والزيادة فى الحجم والوزن الجاف أثناء شيخوخة واصفرار النموات الخضرية. كذلك تنعدم أى زيادة فى طول أوراق النبت أو عددها داخل الفص عند اصفرار النموات الهوائية؛ فتكون الفصوص فى حالة سكون تام.

وإذا زرعت هذه الفصوص فى ظروف مثلى للإنبات (٢٠ْم مع توفر الرطوبة الأرضية)، فإن الأوراق لاتستطيل، ولاتتكون الجذور الجديدة قبل مرور أسبوعين من اكتمال شيخوخة النموات الخضرية لنباتات الأمهات التى أخذت منها هذه الفصوص، ويبدأ نمو الأوراق الخضرية بعد هذه الفترة، وتتكون مبادئ أوراق جديدة بعد ٧ أيام إلى ١٤ يوما أخرى، ثم تزداد سرعة النمو، ليصبح النبت الجديد ظاهرًا بعد ٧-٨ أسابيع من زراعة الفصوص.

وكما أسلفنا بيانه، فإن حرارة التخزين تتفاعل مع مرحلة النضج الفسيولوجى للفصوص فى التأثير على سرعة التزريع عند زراعة الفصوص. وتكون الفصوص غير المكتملة التكوين فسيولوجيًّا (التى تحصد فيها الرؤوس أثناء النمو الخضرى للنباتات) أسرع إنباتًا إذا خزنت - قبل زراعتها - على ٣٥ْم، مقارنة بتخزينها على ٥ أو ٢٠ْم. أما الفصوص التى تحصد من نباتات اكتملت شيخوختها فإن تخزينها لمدة ثلاثة أسابيع على ٣٥ْم يسرع - كذلك - تزريعها عند زراعتها، ولكن يتساوى تأثير هذه المعاملة مع تأثير التخزين على ٥ْم. ويعنى ذلك أن أهمية الحرارة المنخفضة (٥ْم) تزداد بزيادة النضج الفسيولوجى للفصوص.

وعند قرب انتهاء حالة السكون بعد الحصاد لايكون لحرارة التخزين العالية (٣٥ْم) أى تأثير على سرعة التزريع بعد الزراعة، ولكن التخزين على ٥ْم يبقى مؤثرا فى إسراع التزريع حتى فى هذه الفصوص التى قاربت على الخروج من حالة السكون. أما الفصوص التى انتهت فيها حالة السكون تمامًا، فإن سرعة تزريعها لاتتوقف على درجة حرارة التخزين السابق للزراعة، وقد يؤدى التخزين على ٣٥ْم إلى تأخير التزريع قليلاً.

وتجدر الإشارة إلى أن الجذور الجديدة تكون قد باشرت التكوين والبروز من الساق القرصية فى الفصوص التى خزنت لمدة ٤ شهور أو أكثر. وتؤدى الحرارة العالية (٣٥ْم أو أعلى من ذلك) - فى هذه الحالات - إلى موت هذه الجذور، وربما يكون ذلك هو السبب فى تأخير التزريع فى حالات تخزين الثوم لفترات طويلة قبل زراعته على ٣٥ْم.

وتحت ظروف الحقل - حيث قد لاتكون الظروف مثالية لإنبات الفصوص - فإن فترة الخروج من حالة السكون قد تزداد إلى خمسة أسابيع أو أكثر، ويتوقف ذلك على درجة الحرارة السائدة آنذاك.

وتقل شدة السكون (إذا قيست بعدد الأيام بين زراعة الفصوص وظهور النبت منها) بزيادة فترة تخزين الفصوص (رؤوس الثوم) بعد حصادها، وتتفاعل مدة التخزين مع درجة حرارة التخزين فى التأثير على شدة السكون.

وعند انتهاء حالة السكون فإن فصوص الثوم تكوّن - عند زراعتها - جذورًا جديدة فى مدى واسع من درجات الحرارة إذا ما توفرت لها الرطوبة الأرضية المناسبة، مع ملاحظة أن الظروف الحرارية القاسية - بالارتفاع أو بالانخفاض - يمكن أن تؤخر هذا التجذير. أما الفصوص الساكنة فإن تجذيرها يتوقف على درجة الحرارة، وأنسب حرارة لتجذيرها هى ١٥°م ، ويتأخر التجذير كثيرًا فى الحرارة الأعلى من ٢٠°م، والحرارة الأقل من ١٠°م. أما زيادة الجذور فى الطول بعد تكوينها فإن ذلك يتناسب طرديًا مع درجة الحرارة فى مدى يتراوح بين الصفر المئوى و ٢٥°م. ولذا .. فإن تكوين ونمو المجموع الجذرى يتم بصورة أسرع على ٢٠°م.

أما بالنسبة للتزريع فإن أنسب درجة حرارة لتزريع الفصوص التى انتهت فيها حالة السكون تبلغ حوالى ٢٢°م، ولايتأثر التزريع فيها كثيرًا فى مدى حرارى يتراوح بين ١٥ و ٣٠°م، ولكن يقل معدل التزريع كثيرًا فى ١٠°م. ويكون تأثر التزريع بدرجة الحرارة فى الفصوص التى انتهت فيها حالة السكون مماثلاً لتلك التى لم ينته سكونها (عن Takagi ١٩٩٠).

وللتغلب على السكون العميق بعد الحصاد مباشرة، فإن أفضل وسيلة هى تخزين الرؤوس على حرارة ٣٥-٤٠°م لمدة أسبوعين، بينما إذا لزم التخزين لمدة ٣ أسابيع أو أكثر من ذلك فإن أفضل حرارة للتخزين تكون ٥-١٠°م، ولكن التخزين لمدة ٢-٣ أسابيع على ٣٥-٤٠°م ثم التخزين لفترة مماثلة على ٥-١٠°م يكون أفضل. ويعنى ذلك أن التخزين على ٥-١٠°م يناسب تحفيز التزريع فى الفصوص التى انتهت فيها حالة السكون أيًا كانت فترة التخزين.

ويمكن القول أن ٣٥°م تناسب كسر حالة السكون، بينما تناسب ٥°م التزريع بعد انتهاء حالة السكون (عن Takagi ١٩٩٠).

وقد أوضحت دراسات Park وآخرون (١٩٩٢) أن تزريع الثوم وتجذيرة بعد الزراعة كان أسرع عندما خزنت التقاوى لمدة ٥٠ يوما قبل الزراعة على ٥°م أو درجة حرارة الغرفة (١٥-٢٠°م) عما لو كان تخزينها على ٢٥ أو ٣٥°م. وقد أدى التخزين على الحرارة المنخفضة (٣ و٥°م) إلى زيادة النمو الثانوى والاتجاه نحو تكوين الشماريخ الزهرية، ولكنه أدى - كذلك - إلى تقصير الفترة حتى تميز الفصوص، كما صاحب التخزين فى هذه الحرارة أقل نسبة فقد فى الوزن وأقل نسبة إصابة بالأعفان. هذا إلا أن أعلى محصول من الأبصال حُصل عليه - فى هذه الدراسة - عندما خزنت التقاوى فى حرارة الغرفة.

وفى دراسة للتعرف على تأثير تخزين تقاوى أربعة أصناف من الثوم (العمانى، والإيرانى، والهندى، والصينى) لمدة ٣٠ يوما قبل الزراعة على صفر ، و ٧، و ٢٥°م. ازداد تكوين مبادئ الأوراق فى الصنف العمانى، بينما انخفض فى الأصناف الأخرى عندما كان تخزين التقاوى فى الحرارة العالية (٢٥°م)، مقارنة بدرجات الحرارة الأخرى. وازداد قطر الأبصال عندما كان التخزين على صفر أو ٧°م، وانخفض المحصول بزيادة حرارة التخزين؛ فباستثناء الصنف الهندى ازداد محصول الأبصال بمقدار ثلاثة أضعاف عندما كان تخزين التقاوى على حرارة الصفر المئوى مقارنة بالتخزين على ٢٥°م (Satti & Lopez ١٩٩٤).

وقد وجد Kimoto وآخرون (١٩٩٦) أن وضع الثوم فى درجة حرارة الغرفة لفترات تراوحت من صفر إلى ١٢ يوما عقب تخزينه لمدة ٤٥ يومًا على ٤°م مباشرة كان له تأثيرات سلبية على النمو النباتى والمحصول بعد الزراعة، واعتبر الباحثون ذلك بمثابة إزالة لأثر الارتباع Devernalization الذى حدث للفصوص خلال فترة تخزينها فى الحرارة المنخفضة. فقد أدى تأخير الزراعة لأكثر من ستة أيام إلى تأخير الإنبات بنحو ١٦ إلى ٤٤ يوما بعد الزراعة، وإلى نقص ارتفاع النباتات - كتعبير عن ضعف النمو النباتى - بعد ٤٤ إلى ٨٧ يوما من الزراعة، ونقص عدد الأوراق بالنبات. وازدادت نسبة النباتات التى كونت شماريخ زهرية من ١٦,٤٪ عندما زرعت الفصوص بعد إخراجها من المخزن المبرد مباشرة إلى ٣٩,٢٪ عندما تأخرت الزراعة لمدة ١٢ يوما بعد التخزين البارد. كما أدى تأخير الزراعة إلى نقص محصول الرؤوس الكبيرة من ٢.٩٤ طن/هكتار فى حالة الزراعة بعد التخزين البارد مباشرة إلى ٢,١١ طن/هكتار عندما أخرت الزراعة لمدة ١٢ يومًا.

ويرتبط انتهاء أو كسر حالة السكون فى فصوص الثوم بزيادة نشاط السيتوكينينات والمركبات الشبيهة بالجبريللينات. ويمكن تحفيز التزريع بقوة فى فصوص الثوم الساكنة

بمعاملتها بالبنزيل أدينين، ولكن تختلف النتائج بشأن تأثير المعاملة بالجبريلليين. وبينما لم يكن للأوكسنات تأثير فى هذه الشأن، فإن المعاملة بـــإندول حـــامض البيوتريــك حفــزت التجذير. ويبدو أن المركبات الكبريتية - التى تؤثر فى إنهاء حالة الســـكون فـــى بعــض نباتات الأبصال - تلعب دورا هامًا مماثلاً فى الثوم (عن Takagi ۱۹۹۰).

وقد وجد أن مستوى الأوكسينات، والجبريللينات، والسيتوكينينات كان أعلى مـــا يمكــن عندما خزنت الأبصال على حرارة منخفضة - من صفر إلـــى ٥°م لمــدة ٦٠ يومــا - وازداد مستواها عندما زيدت فترة التخزين إلى ١٢٠ أو ١٨٠ يومًا (Park & Lee ١٩٩٢).

وعندما خزنت فصوص (رؤوس) الثوم الساكنة على حــرارة ٥ ، أو ٢٠، أو ٣٥°م انتـــهت حالة السكون. وكان التزريع أسرع فى الفصوص التى خزنت على ٥°م عما فى تلك التى خزنـــت على ٢٠°م، بينما لم تُزَرِّع الفصوص التى خزنت على ٣٥°م. وكان إنتاج الإيثيلين عاليًا خـــلال فترة كسر حالة السكون. وازداد مستوى حامض الأبسيسيك فى كل درجـــات الحــرارة، ولكــن الزيادة كانت أقل ما يمكن على حرارة ٥°م. وكان مستوى حامض الجبريلليك أعلى ما يمكن فـــى الفصوص التى خزنت على ٥°م، وأقل ما يمكن عندما كان التخزين علـــى ٣٥°م. وقــد ارتفــع مستوى حامض الجبريلليك والسيتوكينين خلال مراحل السكون الأولى، ثم انخفضـــا، ثــم ازدادا ثانية قرب انتهاء حالة السكون (Li وآخرون ١٩٩٦).

الاتجاه المبكر نحو تكوين الحوامل النورية (الحنبطة)

تعنى الحنبطة نمو حوامل نورية للنباتات قبل أن يحل موعد حصادها. ومن أهم مساوئ هذه الظاهرة مايلى:

١ - تقليل حجم الأبصال، وذلك لأن البلابل التى تتكون فى النورة تستهلك جــزءًا مــن الغذاء.

٢ - زيادة سمك أعناق الأبصال المتكونة؛ وذلك لأن الحـــامل النــورى يكــون قويًّــا ومصمتًا.

ولا تتهيأ نباتات الثوم للإزهار إلا بالتعرض لدرجة الحرارة المنخفضة كما فى البصل. وقـــد لوحظ وجود اختلافات بين الأصناف فى مدى استعدادها للحنبطة. وتقل هذه الظاهرة عندما تكون الظروف البيئية مناسبة للنمو السريع والنضج المبكر (Jones & Mann ١٩٦٣).

إن درجات حرارة تخزين تقاوى الثوم التى تعد أشدّ تهيئة لتكوين الشماريخ الزهرية بعد الزراعة لهى أقل من الدرجة المثلى التى تهيئ النبات لتكوين الأوراق الخازنة (الفصوص)، وهى تختلف باختلاف الأصناف، حيث تتراوح - مثلاً - بين -٢ و ٦°م فى الصنف هوكى Hoki، وبين -٢ و ٢°م فى النصف ياما جاتا Yamagata. هذا فى الوقت الذى يكون فيه الحد الأدنى لحرارة التخزين المؤثر فى التهيئة لتكوين الأوراق الخازنة -٤°م أو أقل قليلاً فى الصنف هوكى، ونحو -٢°م إلى -٤°م فى الصنف ياما جاتا. وبالمقارنة .. فإن الحد الأقصى لحرارة التخزين المؤثرة فى التهيئة للإزهار يبلغ ١٠°م بالنسبة للصنف ياما جاتا.

وعندما تحدث التهيئة للإزهار أثناء نمو النباتات فإن الحد الأقصى للحرارة المؤثرة تتراوح بين ١٠ و ١٦°م حسب الصنف.

وتتفاعل فترة التخزين البارد للتقاوى مع الحرارة المنخفضة فى التأثير على تهيئة النباتات للاتجاه نحو الإزهار المبكر، فكلما امتدت فترة التخزين البارد - حتى ستة أشهر - كلما قلّ عدد الأوراق المتكونة قبل تكون الشمراخ الزهرى، ولكن زيادة فترة التخزين البارد عن ستة أشهر تؤدى إلى زيادة نسبة النباتات التى تكون أبصالاً من فص واحد؛ وبذا .. تقل نسبة النباتات المزهرة.

وتجدر الإشارة إلى أنه ليس ضروريًّا أن تكوّن النباتات التى تهيأت للإزهار أثناء التخزين البارد للتقاوى شماريخ زهرية بعد الزراعة؛ فلو أن هذه النباتات نمت فى ظروف لاتناسب تكوين الشماريخ، فإنها قد تكوّن أبصالاً وحيدة الفص. ونعلم أن درجات الحرارة المنخفضة التى تخزن عليها التقاوى تكون مسئولة عن التهيئة لكل من الإزهار وتكوين الأوراق الخازنة (الفصوص). وبذا .. فإن النبات الذى تهيأ لتكوين شمراخ زهرى يكون قادرًا على الاتجاه نحو أحد المسلكين فى البرعم القمى. فإذا كوّن هذا النبات ورقة خازنة فى البرعم القمى فإنه لن يتمكن من إنتاج شمراخ زهرى أو برعم إبطى بعد ذلك، وإنما ينتهى به الأمر إلى تكوين بصلة وحيدة الفص يُحاط فيها البرعم القمى بالورقة الخازنة؛ وبذا .. يبقى هذا البرعم القمى ساكنًا. ولكن إذا تكوّن الشمراخ الزهرى قبل تكوين الورقة الخازنة فإن البراعم الجانبية تتكون، ثم تكوّن بدورها أوراقًا خازنة أخرى.

وعليه فإن الظروف البيئة التى تتعرض لها النباتات بعد معاملة التقاوى بالبرودة يمكن أن يكون لها تأثيرات بالغة على نوعية الأبصال المتكونة، أتكون وحيدة الفص، أم وسطية العدد من الفصوص، أم أبصالاً عادية متعددة الفصوص.

وأهم العوامل التى تؤثر فى نسبة النباتات التى تكون شماريخ زهرية بعد التهيئة للإزهار. هى: درجة الحرارة، والفترة الضوئية، وشدة الإضاءة، والرطوبة الأرضية، ومدى توفر النيتروجين للنبات بعد المعاملة بالبرودة، وكذلك حجم النبات والصنف المزروع، كما يلى:

١ – يقل الاتجاه نحو التزهير – فى النباتات التى تهيأت للإزهار أثناء التخزين البارد للتقاوى – إذا كانت درجة الحرارة السائدة أثناء النمو النباتى ١٣°م أو أعلى من ذلك. إذا كانت الفترة الضوئية حوالى ١٢ ساعة؛ أما إذا نقصت الفترة الضوئية إلى ٨ ساعات، فإن الحرارة التى يقل عندها الاتجاه نحو التزهير ترتفع إلى ١٥°م أو أكثر من ذلك. وبذا .. فإن الحد الحرارى الأقصى الذى يلزم لتكوين الشماريخ الزهرية يزداد بنقص الفترة الضوئية، والعكس بالعكس. ويختلف هذا الحد الأقصى باختلاف الأصناف، ويصل فى الصنف هوكى إلى ٢٠°م فى فترة ضوئية طولها ١٢ ساعة.

٢ – تعمل الفترة الضوئية القصيرة بعد التهيئة للإزهار على تثبيط تكوين الشماريخ الزهرية، ولكن الفترة الضوئية القصيرة يكون لها – كذلك – تأثير مثبط أقوى على تكوين الأوراق الخازنة؛ وبذا .. فإنها فى نهاية الأمر تساعد على زيادة الاتجاه نحو الإزهار.

٣ – تقل نسبة النباتات التى تتجه نحو تكوين الحوامل الزهرية – بعد تهيئتها للإزهار – حينما تتعرض النباتات لإضاءة ضعيفة.

٤ – يؤدى نقص الرطوبة الأرضية لمدة أسبوعين بعد الزراعة إلى منع الاتجاه نحو التزهير فى النباتات التى تهيأت لذلك، وتزداد فى المقابل نسبة الأبصال الوحيدة الفص.

٥ – تزداد كذلك نسبة الأبصال الوحيدة الفص إذا تعرضت النباتات لنقص شديد فى عنصر الآزوت لمدة شهر قبل بداية تكوين الشماريخ الزهرية؛ وبذا تقل نسبة النباتات المزهرة.

٦ – تقل احتمالات الاتجاه نحو تكوين الشماريخ الزهرية كلما كانت النباتات – التى تهيأت للإزهار أثناء التخزين – صغيرة الحجم، ويتفاعل هذا العامل – فى التأثير على نسبة الاتجاه نحو التزهير – مع مختلف العوامل الأخرى التى أسلفنا بيانها (عن Takagi ١٩٩٠).

٧ – وجد Pooler & Simon (١٩٩٣) اختلافات كبيرة بين سلالات الثوم فى استجابتها للعوامل المؤثرة فى الاتجاه نحو التزهير، وهى التخزين البارد للتقاوى، والفترة الضوئية ودرجة الحرارة السائدتين أثناء النمو النباتى. هذا .. إلا أن جميع السلالات حدثت بها أعلى نسبة اتجاه نحو التزهير عندما نميت فى حرارة ١٠°م، مع فترة ضوئية قصيرة (٩–١٠ ساعات)، ومع عدم سبق التخزين للتقاوى فى حرارة منخفضة.

وإذا ما تكونت الفصوص والشمراخ الزهرى فى آن واحد فإنهما يتنافسان على الغـذاء المجهز. وإذا ساد الجو حرارة عالية مع فترة ضوئية طويلة بعد بداية تكويـن الشمـراخ الزهرى مباشرة فإن النورة قد تضمحل وينتهى بها الأمر إلى أن تصبـح مجـرد نسـيج غشائى رقيق؛ ذلك لأن تلك الظروف تناسب التبصيل. وإذا ساد الجو حرارة منخفضة مـع فترة ضوئية قصيرة - أو أى منهما منفردًا - بعد بداية تكوين الحوامل النورية مبـاشرة، فإن كلاً من الإزهار والتبصيل قد يُثبطًا، ولكن نظرًا لأن تكوين الفصوص يكون أكثر تـأثرًا بتلك الظروف، فإن نمو الشماريخ الزهرية يكون أقوى. وبعد أن يصـل نمـو الشمـراخ الزهرى إلى مرحلة معينة فإن الفترة الضوئية الطويلة والحرارة العالية تفقدان تأثيرهمـا عليه، وتتكون شماريخ زهرية كبيرة وجيدة التكوين (عن Takagi ١٩٩٠).

المركبات المسئولة عن النكهة المميزة للثوم

ينطبق على الثوم كثير من المعلومات المتعلقة بفسيولوجيا المذاق والنكهة، والمركبات المسئولة عنها، والتى أسلفنا بيانها تحت البصل. وقد تمكن Mazza وآخرون (١٩٩٢) من تمييز ٥٣ مركبًا قابلاً للتطاير من أنسجة الثـوم المهـروس، وتعرفوا على هويـة ٢٢ مـركبًا منها. ووجد الباحثون اختلافـات فى تلك المركبات بين الفصوص غير المكتملـة التكوين والفصوص الناضجة. وكانت أكثر المركبات تواجدًا مايلى:

3-vinyl-4H-1,2-dithiin

diallyl disulphide

allyl (E)-prop-1-enyl disulphide

2-vinyl-4H-1,3-dithiin

allyl methyl trisulphide

allyl methyl disulphide

diallyl trisulphide

العيوب الفسيولوجية

من أهم العيوب الفسيولوجية فى الثوم مايلى:

الرؤوس غير المنتظمة الشكل

تعتبر الرؤوس المشوهة غير المنتظمة الشكل rough bulbs من أهم العيوب الفسيولوجية التى تظهر فى محصول الثوم. وتعد كثرة تعرض تقاوى الثوم المخزنة، أو النباتات الصغيرة فى الحقل لدرجات الحرارة المنخفضة من أهم أسباب هذه الظاهرة حيث يؤدى ذلـك إلـى تكـون

فصوص فى آباط الأوراق الخارجية، وقد تعطى هذه الفصوص نموات خضرية أثناء فصل النمو، فتبدو كنمو جانبى للبصلة، ثم تؤدى إلى فقد بعض الأوراق الخارجية المغلفة للرأس، فتظهر بعض الفصوص بدون غلاف خارجي. ويزداد ظهور هذه الظاهرة فى حالات الزراعات المبكرة، والتسميد الغزير، وزيادة مسافة الزراعة، وكل الظروف التى تشجع على النمو القوى السريع.

التفريغ

تحدث ظاهرة التفريغ فى الثوم المخزن لعدة أشهر فى ظروف غير مناسبة، كدرجات الحرارة المرتفعة، أو الرطوبة النسبية الشديدة الانخفاض، إذ تفقد الفصوص فى هذه الحالات نسبة عالية من رطوبتها، فتنكمش داخل الورقة الخارجية الحامية للفص، كما يفقد الفص جزءًا من محتواه من المواد الكربوهيدراتية فى التنفس نتيجة لارتفاع معدلات التنفس فى درجات الحرارة العالية. ويؤدى كل ذلك إلى احتفاظ الرؤوس بشكلها العادى، ولكنها تكون خفيفة الوزن بسبب انكماش الفصوص، وتفريغها من الجزء الأكبر من محتواها من الرطوبة والغذاء المخزن.

تكنولوجيا إنتاج التقاوى الخالية من الفيروسات

يتم تخليص أصناف وتقاوى الثوم من الفيروسات عن طريق مزارع القمة الميرستيمية، ومن أهم هذه الفيروسات: فيرس تقزم البصل الأصفر onion yellow dwarf virus، وفيرس تخطيط الكرات الأصفر leek yellow stripe (Walkey وآخرون ١٩٨٧). ويفيد الجمع بين المعاملة الحرارية وزراعة القمة الميرستيمية فى إنتاج نباتات أمهات خالية تمامًا من الفيرس، حيث يمكن إكثارها – بعد ذلك – تحت ظروف لاتسمح بالإصابة بالفيروسات.

وتدل مختلف الشواهد على أن غالبية تقاوى الثوم المتداولة – ليس فى مصر وحدها، وإنما فى عديد من دول العالم الأخرى – مصابة بفيروسين على الأقل، أو عدة فيروسات (عن Walkey & Antill ١٩٨٩).

ويفيد كثيرًا انتخاب النباتات القوية النمو – التى تبدأ منها زراعات القمة النامية الميرستمية – فى زيادة نسبة الحصول على نباتات خالية من الفيرس.

وقد أدى تخليص نباتات خمسة أصناف من الثوم من الفيروسات فى المملكة المتحدة إلى إحداث زيادة كبيرة فى محصولها وفى حجم فصوصها مقارنة بالنباتات التى لم تخلص من الفيروسات (Walkey & Antill ١٩٨٩)، وظهرت تأثيرات مماثلة فى أصناف أخرى بكل من اليابان (Masuda وآخرون ١٩٩٤)، وبولندا (Szyndel وآخرون ١٩٩٤)، والصين (Ma وآخرون ١٩٩٤، و Li وآخرون ١٩٩٥)، وفى عديد من الدول الأخرى.

وكذلك أمكن إكثار الثوم المصرى بنجاح بزارعة القمم النامية لفصوص الثوم على بيئة B_5 المغذية، والمزودة بالسيتوكينين 2-ip بتركيز ٤ مجم/لتر، حيث كونت ٨٠٪ من الأجزاء النباتية مجاميع خضرية جانبية بمتوسط ٧,٤٪ نمواً لكل جزء نباتى مزروع، وتم تجذير المجاميع الخضرية الناتجة بنجاح فى خلال أسبوعين باستخدام بيئة BDS المزودة بالسيتوكينين بنزيل أمينو بيورين، والأوكسالين نفثالين حامض الخليك بتركيز ٠,١ مجم/لتر كل منهما (Ebida ١٩٩١).

وقد درست مختلف العوامل والبيئات المؤثرة فى إكثار الثوم بطريقة زراعة الأنسجة فى عديد من الأصناف (Takagi & Qu ١٩٩٥، و Kudou وآخرون ١٩٩٥، و Koch وآخرون ١٩٩٥).

الحصاد والتداول والتخزين والتصدير

النضج

إذا أخذت درجة الصفر المئوى كحرارة أساس base temperature، فإن تكوين الورقة الواحدة يتطلب من ١٠٠ إلى ١٣١ درجة حرارية يومية degree days، وذلك عند توفر النيتروجين بالمستوى المناسب للنمو (Brewster & Rabinowitch ١٩٩٠).

ويصل الوزن الطازج لنباتات الثوم إلى حده الأقصى قبل الحصاد بنحو شهر، ولكن الوزن الجاف يستمر فى الزيادة حتى الحصاد. وبينما تبلغ نسبة المادة الجافة فى النباتات النامية حوالى ٢٥٪، فإنها تزداد إلى نحو ٣٠٪ قرب الحصاد.

وقد (تقلّع) نباتات الثوم قبل تمام نضجها للحصول على عائد أكبر عند ارتفاع الأسعار فى بداية الموسم. وتباع هذه النباتات بغرض الاستهلاك المباشر ولا تخزن، وذلك لزيادة محتواها من الرطوبة، فلا تتحمل التخزين، ولكن العادة هى أن يقلع المحصول بعد تمام نضجه.

وتحصد الأبصال عندما تصفر الأوراق، وتلين أعناق الأبصال ، وترقد النموات الخضرية إلى أسفل، إلا أن هذا الرقــاد لايحدث إذا كونت النباتات شماريخ زهرية. وتكون نسبة التبصيل (قطر البصلة: قطر الساق الكاذبة) فى مرحلة الحصاد هذه حوالى ٤ أو ٥ .

وفى مصر ينضج الثوم بعد نحو ٦-٧ أشهر من الزراعة، ويكون ذلــك فــى شــهرى مارس وأبريل فى الوجه القبلى، وشهر مايو فى الوجه البحرى. أمــا علامــات النضــج ، فهى: اصفرار الأوراق، وبدء جفافها، وانحناؤها نحو الأرض. ويجرى الحصاد عندما تظــهر هذه الأعراض على نحو ٧٠-٩٠٪ من النباتات فى الحقل. وقد وجد Maksoud & El-Oksh (١٩٨٣) أن الثوم المصرى يجهز للحصاد بعد ٣٠ أسبوعًا من الزراعة بينما يتأخر الثــوم الصينى عنه بأسبوعين.

ويؤثر موعد الحصاد على صلاحية رؤوس الثوم للتخزين. ولدراسة هذا الأمر .. زرع ثلاثة أصناف من الثوم هى: المصرى، والأمريكى، والصينى فى ثلاثة مواعيد هى: منتصف سبتمبر، وأول أكتوبر، ومنتصف أكتوبر، وحُصد المحصول بعد ٢٧، و ٢٩، ٣١ أســبوعًا من الزراعة، وخزنت فى مخزن مظلل لمدد تراوحت بين ٦ و ٩ أشهر، وفُحصت خلالها كل ١٥ يومًا. وقد وُجد أن الصنف الصينى كان آخر الأصناف فى التنبيت أثناء التخزين، كمــا كانت نسبة الفقد فيه أقل من باقى الأصناف خلال فترة التخزين. وأعطت الزراعة المتــأخرة فى منتصف أكتوبر، أو الحصاد المتأخر بعد ٣١ أسبوعًا نسبة أقل من الفقد عن الزراعــة المبكرة فى منتصف سبتمبر، أو الحصاد المبكر بعد ٢٧ أسبوعًا من الزراعــة (Maksoud & Sharaf ١٩٨٦).

الحصاد، والمعالجة، والإعداد للتسويق

تُقلّع النباتات (بالمناقر)، أو بأوتاد حديدية، ثم تجذب باليد وتنشر فــى الشمــس لمــدة أسبوع إلى أسبوعين حتى تجف العروش، على أن تغطى الــرؤوس خــلال تلــك الفــترة بالعروش لحمايتها من أشعة الشمس. وتعتبر تلك هى فترة العلاج التجفيفى، حيــث تفقــد النباتات خلالها نحو ثُــلث وزنها، ثم يتم تنظيف النباتات من الطين، واســتبعاد الــرؤوس المصابة بالأمراض، وبعدها يعبأ المحصول فى أجولة، أو يربط فى حزم بكل منها من ٤-٦ نباتات. وقد تجرى عملية الربط هذه بعد الحصــاد مباشرة، ثم تترك الحــزم فــى الحقــل لتجف.

ويسوّق المحصول دون تقطيع العروش، وذلك لتعود المستهلك المصرى على تخزين الثوم بالعروش. وإذا أريد تقطيعها، فإن ذلك يكون على أعلى مستوى البصلة بنحو ٣ سم بعد الحصاد مباشرة، كما تقطع معها الجذور إلى طول ١ سم، ثم تجرى عليها العلاج التجفيفى فى مكان هاو، مع عدم تعريضها فى هذه الحالة لأشعة الشمس المباشرة، وذلك بسبب تقطيع العروش التى كانت تحمى الأبصال. ويستمر العلاج بهذه الطريقة حوالى أسبوعين.

وعند كثرة الأمطار أو الندى وقت الحصاد فإنه يتعين قطع النموات الخضرية والجذور بعد الحصاد مباشرة، ثم معالجة الأبصال فى المخازن مثلما سبق بيانه تحت البصل. ويمكن فى هذه الحالة قطع النموات الهوائية آليًا على ارتفاع ١٣ سم من قمة الأبصال قبل الحصاد. ويجب ألا يزيد سمك طبقة الأبصال السائبة التى توضع بدون عروش فى المخازن عن مترين، مع توفير تهوية جبرية لها.

وبمقارنة قطع الجذور والنموات الهوائية عند الحصاد، أو بعد الحصاد بثلاثة أيام، أو بعد الحصاد بثلاثين يومًا، أو ترك الأبصال بدون تقطيع للجذور والنموات الهوائية، ثم التخزين فى حرارة تراوحت بين ٢٠ و ٢٥°م لمدة ستة شهور، كانت أفضل معاملة هى تلك التى قلمت فيها الجذور والنموات الهوائية عند الحصاد (Finger & Puiatti ١٩٩٤).

المحصول

يُقدر محصول الثوم بعد العلاج التجفيفى بنحو ٨-١٠ أطنان للفدان من الصنف البلدى، و ٤-٥ أطنان من الصنف الصينى، ونحو ٧-٩ أطنان للفدان من السلالة سدس. أما الثوم المحمل، فتقل فيه كمية المحصول إلى النصف تقريبا.

التخزين

يمكن تخزين نباتات الثوم بحالة جيدة لمدة قد تصل إلى ٨ أشهر فى مخازن عادية غير مبردة، بشرط أن تكون النباتات تامة النضج، ومعالجة جيدا، وأن تكون المخازن جيدة التهوية، وذلك حتى لاتتعفن الأبصال. وتفقد الرؤوس خلال هذه الفترة نحو ٣٥-٦٠٪ من وزنها، ويظهر هذا الفقد بعد شهور قليلة من التخزين على شكل تفريغ بسيط فى الفصوص تزداد حدته تدريجيا إلى أن تفقد الرؤوس قيمتها التسويقية قبل موعد حصاد

المحصول التالى. وتزداد هذه المشكلة حدة فى الثوم الصينى الذى لايمكن تخزينه بهذه الصورة لأكثر من شهر ديسمبر؛ لذا .. فإنه ينصح فى حالة توفر المخازن المبردة أن يتم تخزين الثوم فى درجة الصفر المئوى، مع رطوبة نسبية تقدر بنحو ٦٠٪ على الأكثر، وعلى ألا تزيد الرطوبة عن ذلك لتجنب عفن الرؤوس ونمو الجذور، وألا تقل عن ذلك لتقليل ظاهرة التفريغ إلى أقل مستوى ممكن. ويمكن بهذه الطريقة حفظ الرؤوس بحالة جيدة نضرة لمدة تزيد عن ٨ أشهر.

أما الرؤوس المعدة لاستخدامها كتقاو، فإنها يجب أن تخزن فى حرارة تتراوح بين ٥ و ١٠°م، على ألا تنخفض درجة حرارة التخزين عن ٤°م، أو ترتفع عن ١٨°م، وذلك لأن الحرارة الشديدة الانخفاض تؤدى إلى التبكير الشديد فى النضج؛ مما يؤدى إلى نقص المحصول، وزيادة نسبة الأبصال غير المنتظمة الشكل، بينما تؤخر الحرارة العالية إنبات الفصوص وتكوين الأبصال والنضج.

وتعد أفضل الوسائل لإطالة فترة تخزين الثوم بحالة جيدة، هى مايلى:

١ - معاملة النباتات بالماليك هيدرازيد قبل الحصاد

وقد سبقت مناقشة هذا الموضوع ضمن عمليات الخدمة الزراعية.

٢ - التخزين فى الحرارة المنخفضة

نظريًا .. فإن أفضل حرارة لتخزين الثوم المعالج جيدًا هى -٢°م، ويفضل الإسراع بالتخزين على هذه الدرجة بمجرد جفاف الرؤوس وقبل انتهاء حالة السكون فيها؛ ذلك لأن الرؤوس يمكن أن تتجمد وتصاب بأضرار البرودة إذا خزنت على هذه الدرجة وهى زائدة الرطوبة، كما أن الجذور يمكن أن تبدأ فى التكوين إذا تأخر التخزين إلى ما بعد خروج الفصوص من حالة السكون (عن Takagi ١٩٩٠).

وعمليًا .. فإن الثوم يخزن فى حرارة الغرفة، على الرغم من أن أفضل درجة حرارة لتخزين الثوم لأطول فترة ممكنة تتراوح بين -١ و -٣°م، بينما يحدث التزريع سريعًا فى الأبصال المخزنة على ٥ إلى ١٠°م. ويخزن الثوم جيدًا على حرارة تتراوح بين ٢٠ و ٣٠°م، ولكن يزداد الفقد الرطوبى والانكماش فى هذا المدى الحرارى؛ خاصة وأن الرطوبة النسبية يجب أن تبقى - فى جميع الحالات - تحت ٧٠٪، لتجنب الإصابة بالأعفان ونمو الجذور (عن Brewster ١٩٩٤).

وإذا خزن الثوم فى حرارة الصفر المئوى ورطوبة نسبية ٦٥٪ فإنه يمكن أن يبقى بحالة جيدة لمدة تزيد عن ثمانية أشهر، يفقد خلالها الثوم نحو ١٢,٥٪ من وزنه (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤).

٣ - المعاملة بأشعة جاما بعد الحصاد

تؤدى معاملة الثوم بأشعة جاما بجرعة مقدارها ٢ كيلوراد فى خلال ثمانية أسابيع من الحصاد إلى منع التزريع، وتقليل الفقد فى الوزن، وزيادة مدة الصلاحية للتخزين لمدة سنة كاملة بعد الحصاد، هذا إلا أن التزريع لايتوقف إذا تأخرت معاملة الإشعاع لأكثر من ثمانية أسابيع بعد الحصاد. وقد ازداد معدل تنفس الأبصال بعد المعاملة بالإشعاع مباشرة، ولكنه عاد إلى معدله الطبيعى - كما فى الأبصال غير المعاملة - وذلك فى خلال أيام قليلة (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤).

وقد حصل Croci وآخرون (١٩٩٠) على نتائج مشابهة، حيث أدت معاملة الرؤوس بجرعة مقدارها ٥٠ Gy من أشعة جاما بعد شهر من الحصاد، ثم تخزينه لمدة ٣٠٠ يومًا فى مخازن عادية تراوحت فيها الحرارة بين ٦ و ٣٢°م، والرطوبة النسبية بين ٤٠ و٥٠٪ .. أدى ذلك إلى نقص الفقد فى الوزن فى نهاية فترة التخزين إلى ٢٢٪ مقارنة بفقد فى الوزن قدره ٤٣٪ فى الكنترول غير المعامل بالإشعاع، مع نقص نسبة التزريع كثيرًا، بينما لم تتأثر النكهة والطعم المميزين للثوم بمعاملة الإشعاع.

وفى دراسة أخرى عامل Wu وآخرون (١٩٩٦) رؤوس الثوم بجرعة مقدارها ٠,١٥ KGy من أشعة جاما قبل تخزينه فى الجو العادى لمدة ثمانية أشهر، بهدف دراسة تأثير معاملة الإشعاع على محتوى الثوم من مركب الداى آليل داى سلفيد diallyl disulfide الذى يشكل ٧٧ من إجمالى المركبات القابلة للتطاير فى الثوم، ويعد أهمها. وقد وجد الباحثون أن محتوى الأبصال من هذا المركب انخفض بعد معاملة الإشعاع مباشرة - مقارنة بالكنترول - واستمر الحال على هذا الوضع بعد ٤ شهور من التخزين (٤٣٢ ميكروجرام من المركب/كيلو جرام من فصوص الثوم الطازجة فى الثوم المعامل، مقارنة بتركيز ٥٢٥ ميكروجرام/كجم فى الثوم غير المعامل)، ولكن ارتفع محتوى الثوم المعامل بعد ثمانية شهور من المعاملة إلى ٧٥٩ ميكروجرام/كيلو جرام من الفصوص الطازجة مقارنة بتركيز ٦٩٧ ميكروجرام/كجم فى الثوم غير المعامل.

ويستدل من دراسات Croci وآخرون (١٩٩٤) أن الدنـــا (دى إن أى) هـو المكـون الخلوى الحساس لمعاملة الإشعاع فى الثوم، حيث انخفض محتوى الدنا الكلى فى البـراعم الداخلية بعد معاملة الإشعاع مباشرة، واستمر الانخفاض بانتظام حتى وصـل إلـى أدنـى مستوى له بعد ١٠٠ يوم من المعاملة. هذا بينما لم يتأثر محتوى الرنا (آر إن أى) الكلـى، والبروتين، ومحتوى المركبات الكربوهيدراتية فى الورقة الخازنة أو فـى ورقـة النبـت الداخلية بمعاملة الإشعاع بأشعة جاما بجرعة مقدارها ١٠ Gy.

٤ - التخزين فى الهواء المتحكم فى مكوناته

قارن Liu وآخرون (١٩٩٦) التغيرات الفسيولوجية والكيميائية الحيوية التى تحدث فى الثوم بعد الحصاد عند تخزينه فى هواء متحكم فى مكوناتـه (٢-٥٪ أكسـجين، و ٨-١٠٪ ثانى أكسيد الكربون) على حرارة ١-٥°م مع الثوم المخزن فى حـرارة الغرفـة، والثـوم المخزن على ٣٥°م فى أكياس من البولثيليين. ووجد الباحثون أن معدل التنفس، والمحتوى البروتينى للفصوص، ومحتواها من حامض الأسكوربيك ازدادت تدريجيًّا مع الوقـت عنـد التخزين فى حرارة الغرفة، بينما انخفض بشدة محتواها من السكريات والمادة الجافة بعـد شهرين من التخزين حينما بدأت الفصوص فى التزريع. أما التخزين فى الهواء المتحكم فى مكوناته على ١-٥°م فقد أدى إلى منع التزريع طول مدة التخزين (٨ أشهر) وظلـت ٩٥٪ من الأبصال بحالة جيدة. وتشابهت نتائج التخزين فـى حـرارة ٣٥°م فـى أكيـاس مـن البوليثلبين مع نتائج التخزين فى الهواء المعدل.

هذا .. وتتباين أصناف الثوم فى نسبة فقد الأبصال لـوزنها، ونسبة تزريعها أثناء التخزين (Jeong & Park ١٩٩٤).

التصدير

يعد الثوم من محاصيل التصدير التقليدية، وهو يصدر على صورتيـه الطازجـة والجافـة. وتصدر مصر كميات محدودة من الثوم إلى بعض البلدان العربية، بينما تصدر معظم محصـول التصدير إلى دول غرب أوروبا، وأهما فرنسا وإيطاليا، وتقوم الأخيرة بإعادة تعبئته وتصديـره بأسعار عالية. وتفضل السوق الأوروبية الثوم ذا الفصوص الكبيرة.

يُصدر الثوم المصرى خلال شهرى أبريل ومايو، حيث تخلو السـوق الأوروبيـة مـن المنافسة الأجنبية، ولكن هذه الأسواق سرعان ما تتحول إلى محصـول الثـوم الإسـبانى،

والياباني، والإيطالي بمجرد ظهوره، بدءًا من شهر يونيو، وذلك نظرًا لتفوقه على الثوم المصرى فى حجم الرؤوس والفصوص؛ لذا فإن اتباع الأساليب التى تؤدى إلى التكبير فى الإنتاج تعنى زيادة فرص التصدير بأسعار عالية.

ولا يصدر عادة إلا المحصول المنتج فى محافظتى المنيا وبنى سويف، وذلك لخلوه من الإصابة بالصدأ، ولزيادة صلاحيته للتخزين. أما محصول المحافظات الرئيسية الأخرى المنتجة للثوم، مثل: الدقهلية، والغربية، والقليوبية، فإنه يسوّق محليًا (الإدارة العامة للتدريب ١٩٨٣).

وينص القانون المصرى على عدم جواز تصدير الثوم إلا إذا كانت الرؤوس سليمة، ونظيفة، وتامة النضج، ومتماثلة فى اللون، وغير متأثرة بالرطوبة (ساخنة) أو بلفحة الشمس (مسلوقة)، وأن تكون فصوصه جافة القشرة، وغير مزرعة. وفى حالة تصديره بعروشه يجب أن تكون العروش جافة القشرة. كما يجب ألا تزيد نسبة الإصابة بالعطب والجروح غير الملتئمة عن ١٪.

يصنف الثوم المصدر إلى ثلاث رتب هى كما يلى :

١ – خاص: وهو مالا تزيد نسبة الثوم المقشور، وغير الممتلئ، وغير المتماسك الفصوص، وكذا المصاب بالصدأ أو العفن الأسود والجروح الملتئمة على ١٠٪.

٢ – تجارى: وهو ما تزيد فيه نسبة العيوب السابقة على ١٠٪، ولاتتجاوز ٢٠٪.

٣ – نقضة: وهو ما تزيد فيه نسبة العيوب السابقة على ٢٠٪، ولا تتجاوز ٥٠٪.

ولايجوز تصدير الثوم من رتبة النقضة إلا إلى أسواق معينة يمكنها أن تتقبل هذه النوعية من الثوم، أو إذا قدم شهادة مصدقة بأن الرسالة المصدرة ستستعمل فى أغراض صناعية.

ويجوز تدريج الثوم من رتبتى الخاص والتجارى إلى الأحجام التالية:

١ – كبير: وهو ما يزيد قطر الرأس منه على ٥,٥ سم.

٢ – متوسط: وهو ما يزيد قطر الرأس منه على ٤,٥ سم، ولايتجاوز ٥,٥ سم.

٣ – صغير: وهو ما يزيد قطر الرأس منه على ٣,٥ سم، ولا يتجاوز ٤,٥ سم.

ويشترط فى الثوم غير المدرج ألا يقل قطر الرأس منه عن ٣,٥ سم ويرخص بالتجاوز عن هذه المقاسات السابقة بمالا يزيد على ٧٪ من محتويات الطرد.

وينص القانون على أن الثوم يعبأ بعروش على شكل حزم فى أجولة من الجوت، أو الكتان، أو التيل، أو خليط منها، أو فى صناديق من الخشب، أو الكرتون، أو أقفاص من الجريد، أو سلال من الغاب، أو عيدان الحناء، كما قد يعبأ الثوم بدون عروشه فى العبوات السابقة فيما عدا الأجولة. ويجوز كذلك تعبئته على هيئة رؤوس أو فصوص بالمواصفات والرتب السابقة فى أكياس من السلوفان، أو علب من الكرتون داخل الصناديق والأقفاص المقررة. ويجب أن يكون وزن الثوم الصافى من ٤٠–٥٠ كجم فى العبوات الكبيرة، ومن ٢٥–٣٠ كجم فى العبوات المتوسطة، ومن ١٠–٢٠ كجم فى العبوات الصغيرة. ويحدد القانون مواصفات مختلف العبوات على وجه الدقة، كما يسمح بالتجاوز بالزيادة عن الأوزان المقررة لكل عبوة بنسبة لاتزيد عن ٣٪ لتعويض الفقد فى الوزن أثناء فترة الشحن. ويجب أن تكون العبوات متماثلة فى النوع، والشكل، والحجم، والوزن، وأن تكون سليمة، ومتينة، وجافة، ونظيفة، وخالية من الرائحة، وأن تتم التعبئة بحيث تكون رؤوس الثوم ثابتة غير مضغوطة. ويبين على كل طرد ما إذا كان الثوم بعروشه، أم بدون عروشه، أم على هيئة فصوص، وكذا الرتبة والحجم، أو تكتب عبارة غير مدرج، فى حالة عدم التدريج، كما تبين العلامة التجارية، واسم المصدر، وعنوانه، ووزن الطرد الصافى. وتكتب هذه البيانات باللغة العربية بحروف ظاهرة تتناسب مع حجم العبوة، وبمادة ثابتة باللون الأخضر إذا كان الثوم من رتبة الخاص، وباللون الأحمر إذا كان من رتبة التجارى، وباللون الأسود إذا كان من رتبة النقضة، ويرمز إليها بالرقم الرومانى III. وتجوز كتابة البيانات – فضلاً عن ذلك – بلغة أجنبية ويجب ألا يزيد عدد طرود الرسالة عن ١٠٠٠ طرد (عن مرسى وآخرين ١٩٦٠).

الآفات ومكافحتها

مقدمة

يصاب الثوم بعديد من الآفات المرضية، والحشرية، والأكاروسية التى يصاب بها البصل، وتشتمل القائمة على أمراض البياض الزغبى، واللطعة الأرجوانية، والجذر الوردى، والعفن الأبيض، والعفن القاعدى، وعفن الرقبة الرمادى، وتبقع الأوراق المتسبب عن الفطر استمفيللم، والصدأ، والأعفان المختلفة التى تسببها فطريات فيوزاريم،

وأسبيرجيللس، وهلمنثوسبوريم، وبنيسيللم، وأسكليروشيم، والعفن الطرى البكتيرى، وفيروس التقزم الأصفر، وميكوبلازما اصفرار الأستر، ونيماتودا الساق والأبصال، وذبابة البصل، والتربس، وأنواع مختلفة من الحلم، وقد ذكر Ziedan (١٩٨٠) أن الثوم يُصاب فى مصر بأمراض البياض الزغبى، والصدأ، والعفن الأبيض، والعفن الطرى البكتيرى، والأعفان التى تسببها الفطريات التالية:

Penicillium degitatum.

P. chrysogenum.

Aspergillus niger.

Fusrium solani (شكل ١٠-٥).

Helminthosporium allii.

وسنكتفى فى هذا الجزء بشرح بعض الأمور المتعلقة بالثوم فى عدد من هذه الآفات. أما باقى تفاصيل آفات الثوم ومكافحتها، فقد ذكرت ضمنا مع آفات البصل.



شكل (١٠-٥): أعراض الإصابة بالعفن الفيوزارى فى الثوم (عن Ramsey & Wiant ١٩٤١).

ومن أكثر الفطريات التى تصيب الثوم بالأعفان أثناء التخزين فى مصر كلاً من: *Aspergillus niger*، و *Penicillium chrysogenum*، ثم *Acremonium kiliense*، و *Fusarium oxysporum* (Abdel-Al وآخرون ١٩٩١).

كما تسبب البكتيريا *Erwinia herbicola* موتًا فى قمة أوراق الثوم يتقدم تدريجيًا نحو قاعدتها ويكون أبيض اللون (Whitish leaf Tip Dieback). وتنتشر الإصابة فى المواسم الدافئة وعند الرى بطريقة الرش (Koch وآخرون ١٩٩٦).

اللطعة الأرجوانية

تزداد سرعة تطور أعراض الإصابة باللطعة الأرجوانية التى يسببها الفطر *Alternaria porri* خلال الأسابيع الثلاثة التى تسبق نضج الأبصال. وتزداد قابليـــة الأوراق للإصابــة بالمرض كلما تقدمت فى العمر، وتزاد قابلية الأوراق الحديثة للإصابة كلما كـــان تكوينـــها وظهورها قريبًا من مرحلة نضج الأبصال. ولذا ينبغى الاهتمام بمكافحـــة المـــرض خـــلال الشهر الذى يسبق نضج الأبصال (Bisht & Agrawal ١٩٩٣).

لمزيد من التفاصيل عن المرض ومكافحته .. يراجع الموضوع تحت البصل.

العفن الأبيض

أفاد فى مكافحة مرض العفن الأبيض فى البصل المعاملة بكل من السوميكو إل Sumico L (وهو: كاربندازيم Carbendazim + داى ثوفنكـــارب diethofencarb) مـــع السوميســـيلكس Sumisclex (وهو بروسيميدون procymidone) (Bugaret & Marin ١٩٩٢).

كما أفادت بسترة التربة بالإشعاع الشمسى Soil Solarization فى مكافحة المرض وقللـــت من أعداد الأجسام الحجرية للفطر (Cunha وآخرون ١٩٩٣، و Basallote وآخرون ١٩٩٤).

ولمزيد من التفاصيل عن المرض ومكافحته .. يراجع الموضوع تحت البصل.

تبقع الأوراق

يسبب الفطر *Stemphylium botryosum* مرض تبقع الأوراق leaf spot فـــى الثـــوم، وهو نفس الفطر الذى يسبب مرض عفن الساق الأسود فى البصل، والذى تشتد الإصابة به غالبًا عقب إصابة النباتات بمرض البياض الزغبى. وتظهر أعراض المرض علـــى الأوراق على شكل بقع بيضاوية الشكل صفراء اللون تتحول تدريجيًّا إلى اللـــون البنـــى المشـــوب بالبنفسجى عند الحواف، ثم تمتلئ مراكزها بنموات الفطر وجراثيمه ذات اللون البنى القاتم الضارب إلى السواد.

تؤدى الإصابة الشديدة إلى جفاف الأوراق قبل اكتمال نضج الأبصال، ونقص المحصول تبعًا لذلك. ويكافح المرض بالرش بنفس المبيدات المستخدمة فى مكافحة مـــرض البيـــاض الزغبى فى البصل، وبنفس النظام.

الصدأ

يسبب الفطر *Puccinia porri* مرض الصدأ rust فى الثوم، وهو نفس الفطر الذى يصيب البصل، إلا أن المرض يكون عادة أكثر حدة فى الثوم منه فى البصل. ولاتظهر الإصابة إلا فى الوجه البحرى فقط.

تظهر الأعراض على شكل بثرات مستديرة، أو بيضاوية مرتفعة قليلاً عن سطح الورقة، ويبلغ قطر كل منها ١-٣ مم، ويكون لونها أصفر فى البداية، ثم يتحول إلى اللون البنى، ويزداد عددها باشتداد الإصابة حتى يغطى سطح الورقة، وتكثر الإصابة على السطح العلوى، ويقل ظهورها على السطح السفلى. وتتماثل هذه الأعراض مع الطور اليوريدى للفطر.

وتنتشر الجراثيم اليوريدية بواسطة الرياح من الحقول والنباتات المصابة إلى السليمة لتكرر الإصابة عدة مرات خلال موسم النمو. وفى نهاية الموسم يتحول لون البثرات إلى اللون الأسود، وتأخذ شكلاً هندسيًا ذا أربعة أضلاع. وتتوافق هذه الأعراض مع الطور التيليتى للفطر (شكل ١٠-٦). ويغطى سطح الورقة بهذه البقع، وتجف الأجزاء المصابة مبكرًا؛ مما يؤدى إلى عدم اكتمال نمو الأبصال، ونقص المحصول تبعًا لذلك (عن الششتاوى ١٩٨٣).



شكل (١٠-٦): بثرات الصدأ على أوراق الثوم فى الطور التيليتى للفطر.

يكافح الصدأ برش النباتات بمبيد الدياثين م ٤٥، بنسبة ٢,٥ فى الألف، على أن تضاف له مادة لاصقة مثل ترايتون ب ١٩٥٦ بنسبة نصف فى الألف. ويجرى الرش بـدءا مـن أواخر يناير ويكرر كل ١٥ يومًا حتى قبل النضج.

كذلك يستخدم فى مكافحة الصدأ المبيد الحيوى بلانت جارد بتركيز ٣×١٠^٧ جرثومة/مل(سـم^٣) بمعدل ٢٥٠ مل فى ١٠٠ لتر ماء للفدان.

نيماتودا الساق

قارن Roberts & Matthews (١٩٩٥) عدة معـاملات لمكافحـة نيمـاتودا السـاق *Ditylenchus dipsaci* فى فصوص الثوم (شكل ١٠-٧، يوجد فى آخر الكتاب)، وأوضحت النتائج أن معاملات: الغمر فى الماء الدافئ (٤٩°م) مع المبيد أبامكتن **Abamectin** بتركيز ١٠-٢٠ جزءًا فى المليون لمدة ٢٠ دقيقة، أو الغمر فى محلول المبيد على حـرارة ١٨°م لمدة ٢٠ دقيقة ثم النقع فى الماء الدافئ (٤٩°م) لمدة ٢٠ دقيقة، أو النقـع فـى محلـول هيبوكلوريت الصوديوم الدافئ (٤٩°م) بتركيز ١,٠٥-١,٣١٪ لمدة ٢٠ دقيقة كانت جميعها ذات كفاءة عالية فى مكافحة النيماتودا، بينما لم تؤثر سلبيًّا على حيوية الفصوص. وكـانت معاملة النقع فى الفومالين فى الماء الدافئ أقوى منها جميعًا. وكانت أقوى معاملات النقـع على البارد فى الأبامكتن. وإذا ما اتبعت هذه المعاملة بالنقع فـى المـاء الدافـئ أو فـى هيبوكلوريت الصوديوم فى الماء الدافئ فإنها يمكن أن تكون بديلاً للنقع فى الفورمالين فـى الماء الدافئ .

وفى محاولة لمكافحة نيماتودا الساق والأوراق فى الثوم بمعاملة الفصوص المصابة بـالنقع فى المستخلصات النباتية – المتحصل عليها من أجزاء نباتية طازجـة، أو جافـة – لمـدة ٢٤ ساعة، أعطت المعاملة بمستخلصات النباتين *Plantago major*، و *Ruta graveolens* أفضـل مكافحة، وأحسن نوعية من محصول الثوم، بينما انخفضت أعداد النيماتودا وأعراض الإصابـة عنـد المعاملـة بمسـتخلصات النباتـات *Aristotelia chilensis* ، و *Chenopodium ambrosioides* ، و *Ovidia pillopillo* (Insunza وآخرون ١٩٩٥).

ولمزيد من التفاصيل عن نيماتودا الساق ومكافحتها .. يراجع الموضع تحت البصل.

الحفار

يقرض الحفار فصوص الثوم بعد زراعتها؛ مما يؤدى إلى ضعف البادرات، واصفرارها، وذبولها، وقد يتطلب الأمر إعادة زراعة الجور الغائبة. كذلك تقرض الحشرة فصوص الثوم بعد تكوين الرؤوس؛ مما يؤدى إلى إتلافها. ومن علامات الإصابة بالحفار فى الحقل ظهور أنفاق متعرجة مرتفعة قليلاً عن سطح التربة بعد الرى.

ويكافح الحفار بمراعاة مايلى:

١ - حراثة التربة حراثة عميقة.

٢ - تقليل كميات الأسمدة العضوية المستعملة.

٣ - استعمال طعم سام من الهوستاثيون ٤٠٪ بمعدل ١,٢٥ لتر يخلط مع ١٥ كجم جريش ذرة أو ردّة، ويضاف لهما ١-١,٥ صفيحة ماء (٢٠-٣٠ لتر) للفدان. يقلب المخلوط جيدًا، وينثر فى باطن خطوط الزراعة (فى حالة الرى بالغمر)، و بين سطور الزراعة (فى حالتى الرى بالرش وبالتنقيط)، وذلك بعد الرى، وقبل الغروب.

الدودة القارضة

تقرض اليرقة بادرات الثوم بمجرد إنباتها، وتؤدى إلى ذبول النباتات وميلها إلى أسفل. وتُرى اليرقة وهى ملتفة على شكل حلقة إلى جانب النباتات المصابة فى التربة. وتزداد مقاومة النباتات للحشرة بزيادتها فى النمو. وتكافح الدودة القارضة بالطعم السام مثلما يكافح الحفار.

التربس

تبدأ الإصابة بالتربس ابتداء من شهر يناير، وتزداد تدريجيًا لتصل إلى أعلى مستوى لها من منتصف شهر فبراير، وتستمر حتى آخر مارس.

تظهر بقع فضية اللون على الأوراق الخارجية التى تصاب أولاً ، ثم يتغير لون هذه البقع إلى اللون الرمادى، وتجف وتموت عند شدة الإصابة.

ويكافح التربس فى الثوم. كما فى البصل بواسطة بعض الزيوت، مثل سوبر مصرونا ٩٤٪ مستحلب، وسوبر رويال ٩٥٪ مستحلب، وكزد أويل ٩٥٪ مستحلب، وكيمسيول ٩٥٪

مستحلب وجميعها بمعدل لتر واحد فى ١٠٠ لتر ماء للفدان، وزيت ناتيرلو ٩٥٪ مستحلب بمعدل ٦٢٥ مل (سم^3) فى ١٠٠ لتر ماء للفدان، أو يكافح باستعمال المبيد الحيوى إم بيد ٤٩٪ سائل بمعدل لتر واحد فى ١٠٠ لتر ماء للفدان، أو بواسطة المبيدات الكيميائية سيليكرون ٧٢٪ مستحلب بمعدل ١٨٧,٥ مل (سم^3) فى ١٠٠ لتر ماء للفدان، وسومثيون ٥٠٪ مستحلب أو توكثيون ٥٠٪ مستحلب بمعدل ١٥٠ مل (سم^3) من أى منهما فى ١٠٠ لتر ماء للفدان.

ذبابة البصل

تبدأ الإصابة بذبابة البصل ابتداء من شهر نوفمبر، وتستمر حتى شهر مارس. وتؤدى الإصابة إلى اصفرار الأوراق وذبولها وجفافها من القمة إلى القاعدة. ونجد عند جذب أوراق النبات أنها تنفصل بسهولة عن الساق القرصية التى تظهر فيها يرقات الحشرة عند موضع اتصالها بالأوراق . وتؤدى الإصابة إلى تعفن البصلة.

تراعى إزالة النباتات المصابة بذبابة البصل – بما فيها من يرقات – وإعدامها.

وتكافح ذبابة البصل الصغيرة برش النباتات بدءًا من أواخر يناير بالبريمسيد ٣٠٪، أو الفولاتون ٥٠٪ أو الأكتيليك ٥٠٪، بمعدل ٢ لتر من أيهم فى ٤٠٠–٦٠٠ لتر ماء للفدان، ويعاد الرش كلما لزم الأمر، على أن يوقف الرش قبل الحصاد بأسبوعين على الأقل (وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية ١٩٨٥).

الحلم الدودى

يعتبر أكاروس الحلم الدودى (الأريوفيدى) من أخطر آفات الثوم، حيث يصيبه فى الحقل والمخزن وينقل إليه فيرس التبقع والتخطيط الموزايكى، وعند زراعة تقاوٍ مصابة تظهر الأعراض على السطح السفلى للأوراق بمجرد ظهورها فوق سطح التربة، وتكون على صورة تخطيط وبقع صفراء، مع التفاف فى الأوراق؛ مما يؤدى إلى تقزم النباتات وضعف نموها.

ويصيب الحلم الدودى من النوع *Aceria tulipae* نباتات الثوم حيث يؤدى إلى تقزم النباتات، والتفاف الأوراق، واصفرارها، وتبرقشها، مع جفاف الأبصال وتعفنها (Laffi & Raboni ١٩٩٤).

وقد وجد Hafez & Abdel-Maksoud (١٩٨٣) أن أصناف الثوم البلدى والأمريكى تصاب فى مصر بأربعة أنواع من الحلم هى:

Tyrophagus putrecenties — Eriophyes tulipae

Tetranychus urticae — *Rhizoglyphus echinopus*

ولقد وُجد النوع الأول بالتربة خلال شهر نوفمبر، وكانت الإصابة به قليلة فى بداية موسم النمو، ثم ازدادت تدريجيًا بعد ذلك حتى وصلت إلى أقصاها فى شهر مارس، ثم انخفضت ثانية مع نضج المحصول. ولوحظ أن أعداد الحلم فى الجذور ازدادت فى نهاية موسم النمو، كما قد وجد النوع الرابع *T. urticae* على الأوراق فى شهر مايو.

وتؤدى الإصابة بالحلم إلى تشوه واصفرار الأوراق مع ظهور خطوط صفراء بالأوراق. ويقاوم بتدخين رؤوس الثوم قبل الزراعة بغاز بروميد الميثيل، أو بغمس الفصوص قبل زراعتها فى أى من المبيدات الأكاروسية المعرفة، مثل التديفول مستحلب، مع رش النباتات فى الحقل عند ظهور الإصابة.

ولمكافحة أكاروس الحلم الدودى تجب مراعاة ما يلى:

١ – مكافحة الأعشاب الضارة، وخاصة النجيليات التى تعد من العوائل الهامة لهذا الأكاروس.

٢ – نقع التقاوى فى الكبريت الميكرونى قبل الزراعة.

٣ – تعفير النباتات بمجرد اكتمال الإنبات بالكبريت السوريل سوبر فاين ٩٨٪ على الأسطح العلوية والقمة النامية للنباتات، مع تكرار ذلك كل ١٠–١٥ يومًا حتى نهاية موسم النمو.

مصادر الكتاب

الإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية (١٩٨٣). إنتاج الخضر وتسويقها. القاهرة - ٤٢٢ صفحة.

حسن، أحمد عبدالمنعم (١٩٩٨). تكنولوجيا إنتاج الخضر. المكتبة الأكاديمية - القاهرة - ٧٢٥ صفحة .

روبرتس د. أ. ، و ك. و. بوثرويد (١٩٨٦). أساسيات أمراض النبات. ترجمة : إبراهيم جمال الدين وآخرون. الدار العربية للنشر والتوزيع - القاهرة - ٥٢٣ صفحة .

الششتاوى ، محمد (١٩٨٣). أمراض الخضر الاقتصادية. نشرة إرشادية رقم ٣٦ - وزارة الزراعة والأسماك - سلطنة عمان - ٥٦ صفحة .

مرسى ، مصطفى على ، وأحمد المربع ، وحسين على توفيق (١٩٦٠) . نباتات الخضر - الجزء الرابع : جمع وتجهيز وتعبئة وتخزين ثمار الخضر. مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ٦٣٢ صفحة .

مرسى، مصطفى على، وكمال محمد الهباشة، ونعمت عبدالعزيز نور الدين (١٩٧٣). البصل. مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ٣١٩ صفحة.

معهد بحوث الإرشاد الزراعى والتنمية الريفية - مركز البحوث الزراعية - وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية (١٩٨٥). إنتاج البصل من البصيلات - نشرة فنية رقم ١٩٨٥/٢، والبصل الفتيل - نشرة فنية رقم ١٩٨٥/٣ .

وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية (١٩٨٥). برنامج مكافحة الآفات موسم ١٩٨٥/٨٤ - القاهرة - ٢٥٩ صفحة .

وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى - جمهورية مصر العربية (١٩٩٧). زراعة وإنتاج الثوم . مشروع استخدام ونقل التكنولوجيا الزراعية - القاهرة.

وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى - جمهورية مصر العربية (١٩٩٧). برنامج مكافحة الآفات الزراعية - القاهرة - ١٧٢ صفحة .

Abbes, C., L. E. Parent, A. Karam, and D. Isfan. 1995. Effect of NH_4^+: NO_3^- rations on growth and nitrogen uptake by onions. Plant and Soil 171(2): 289-296.

Abdalla, A. A. and L. K. Mann. 1963. Bulb development in onion (*Allium cepa* L.) and the effect of storage temperature on bulb set. Hilgardia 35: 85-112.

Abdel-Razik, A. A., A. A. M. El-Shabrawy, M. A. Sellam and M. H. Abd El-Rahim. 1985. Distribution of sclerotia of *Sclerotium cepivorum* in soil and their relationship with severity of white rot of onion. Egypt. J. Phytopath. 17: 95-105.

Abdel-Razik, A. A., A. M. Amein, A. M. El-Shabrawy, and M. H. Rushdi. 1988. Effect of certain cultural practices and fungicides on control of *Sclerotium cepivorum* on winter onion. Egypt. J. Phytopath. 20: 87-97.

Abdul Ghani and Habib-Ur-Rehman. 1993 Correlation and calibration of $NaHCO_3$ extractable P and NH4OAc extractable K with yield of onion (*Allium cepa* L.). Sarhad J. Agric. 9(5): 447-455. c. a. Hort. Abstr. 65: 5822, 1995.

Abel-Al, H., M. A. Baraka, Z. M. El-Tobshy and M. M. El-Boghdady. 1991. Integrated control of postharvcst garlic rot diseases. Egypt. J. Agric. Res. 69(3): 723-734.

Abu-Awwad, A. M. 1996. Irrigation water management for onion trickle irrigated with saline drainage water. Dirasat. Series B, Pure and Applied Sciences 23(1): 46-54.

Afek, U., E. Rinadelli, J. A. Menge, E. L. V. Johnson, and E. Pond. 1990. Mycorrhizal species, root age, and position of mycorrhizal inoculum influenee colonization of cotton, onion, and pepper seedlings. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115: 938-942.

Ahmed, K. G. M., A. M. M. Mahdy, A. E. Badr, S. A. Khaled and S. M. A. El-Momen. 1991. Evaluation of some systemic fungicides for controlling onion neck rot in field and storage. Egypt. J. Agric. Res. 69(3): 775-786.

Ahonen, S. and M. Kokkola. 1994. The influence of low preplanting temperatures on growth and yield of Finnish local garlic (*Allium sativum* L.) strains Joutseno' and 'Rautjarvi'. Adv. Hort. Sci. 8(4): 215-219.

Ashish Kalra, D. R. Sood, and U. C. Pandey. 1995. Studies on growth, pungency and flavour characteristics of different varieties of onions during bulb development. J. Food Sci. Tech. (Mysore) 32(3): 189-192. c. a. Hort Abstr. 66(6): 4954, 1996.

Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC). 1994. Centerpoint, Vol. 12, Number 2. 12 p.

Augusti, K. T. 1990. Therapeutic and medicinal values of onions and garlic, pp. 93-108. In: J. L. Brewster and H. D. Rabinowitch. (eds.). Onions and allied crops. Vol. III. Biochemistry, food science, and minor crops. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.

Baloch, M. A., A. F. Baloch, Gohram Baloch, A, H. Ansari, and S. M. Qayyum. 1991. Growth and yield response of onion to different nitrogen and potassium fertilizer combination levels. Sarhad J. Agric. 7(2): 63-66. c. a. Hort. Abstr. 63: 258, 1993.

Bartolo, M. E., H. F. Schwartz, and F. C. Schweissing. 1994. Yield and growth response of onion to simulated storm damage. HortSciencc 29(12): 1465-1467.

Basallote, M. J., J. Bejarano, M. A. Blanco, R. M. Jiménez-Diaz, and J. M. Mellero. 1994. Soil Solarization: a strategy for the control of diseacs caused by soilborne plant pathogens and for reducing crop rotations. (In spanish with English summary). Investigación Agraria, Produccion y Protección Vegetales Fuera de Serie No. 2: 207-220. c. a. Hort. Abstr. 66(4): 3084, 1996.

Basra, A. S., B. Singh, and C. P. Malik. 1994. Amelioration of the effects of ageing in onion seeds by osmotic priming and associated changes in oxidative metabolism. Biologia Plantarum 36(3): 365-371.

Batal, K. M., K. Bondari, D. M. Granberry, and B. G. Mullinix. 1994. Effects of source, rate, and frequency of N application on yield, marketable grades and rot incidence of sweet onion (*Allium cepa* L. cv. Granex-33). J. Hort. Sci. 69(6): 1043-1051.

Bisht, I. S. and R. C. Agrawal. 1993. Susceptibility to purple blotch (*Alternaria porri*) in garlic (*Allium sativum*). Ann. Appl. Bio. 122(1): 31-38.

Borna, Z. and D. Hass. 1969. The effect of seed weight and viability and soil humidity on onion yield. Roczniki Wyzszej Szkoly Rolniczej w Poznaniu (1969) No. 46: 19-28. c. a. Plant Breed. Ahstr. 42: 1344, 1972.

Brewster, J. L. 1990. Cultural systems and agronomic practices in temperate climates, pp. 1-30. In: H. D. Rabinowitch and J. L. Brewster. (eds.). Onions and allied crops. Vol. II. Agronomy, biotic interactions, pathology, and crop protection. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Brewster, J. L. 1990. Physiology of crop growth and bulbing, pp. 53-88. In: H. D. Rabinowitch and J. L. Brewster. (eds.). Onions and allied crops. Vol. I. Botany, physiology, and genetics. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Brewster. J. L. 1994. Onions and other vegetable alliums. CAB International, Wallingford, U. K. 236 p.

Brewster, J. L. and H. D. Rabinowitch. 1990. Onions and allied crops. Volume III. Biochemistry, food science, and minor crops. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. 265 p.

Brewster, J. L. and G. D. Rabinowitch. 1990. Garlic agronomy, pp. 147-157. In: J. L. Brewster and H. D. Rabinowitch. (eds.). Onions and allied crops. Vol. III. Biochemistry, food science, and minor crops. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.

Brewster, J. L., H. R. Rowse, and A. D. Bosch. 1991. The effects of sub-seeded placement of liquid N and P fertilizer on the growth and development of bulb onions over a range of plant densities using primed and non-primed seed. J. Hort. Sci. 66: 551-557.

Bugaret, Y. And H. Marin. 1992. White rot of garlic. New possibilities for control. (IN French with English Summary). Phytoma No. 443: 57-60. c. a. Hort. Abstr. 63: 5817, 1993.

Caldwell, J. O'N, M. E. Sumner, and C. S. Vavrina. 1994. Development and testing of preliminary foliar DRIS norms for onions. HortScience 29(12): 1501-1504.

Calvey, E. M., J. A. G. Roach, and E. Block. 1994. Supercritical fluid chromatography of garlic (*Allium sativum*) extracts with mass spectrometric identification of allicin. J. Chromatog. Sci. 32(3): 93-96.

Chupp, C. and A. F. Sherf. 1960. Vegetable diseases and their control. Ronald Pr. Co., N. Y. 693 p.

Coleman, P. M., L. A. Ellerbrock, and J. W. Lorbeer. 1997. Reaction of selected onion cultigens to pink root under field conditions in New York. Plant Dis. 81: 138-142.

Corgan, J. N. and N. Kedar. 1990. Onion cultivation in subtropical climates, pp. 31-47. In: H. D. Rabinowitch and J. L. Brewster. (eds.). Onions and allied crops. Vol. II. Agronomy, biotic interactions, pathology, and crop protection. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Croci, C. A. O. A. Curzio, and J. A. Arguello. 1990. Storage of an early garlic (*Allium sativum* L.) subject to gamma-ray radioinhibition. J. Food Process. Preser. 14(2): 107-112.

Croci, C. A., J. A. Arguello, and G. A. Orioli. 1994. Biochemical changes in garlic (*Allium sativum* L.) during storage following gamma-irradiation. International Journal of Radiation Biology 65(2): 263-266.

Gunha, M. G., L. Zambolim, F. X. R. do Vale, G. M. Chaves, and H. Alves. 1993. Evaluation of soil solarization using transperent, black or white polyethylene sheets for control of garlic white rot (*Sclerotium cepivorum*). (In Portuguese with English summary). Fitopatologia Brasileira 18(2): 199-205. Rev. Plant Path. 75(1): 368, 1996.

Currah, L. 1990. Pollination biology, pp. 135-149. In: H. D. Rabinowitch and J. L. Brewster. (eds.). Onions and allied crops. Vol. I. Botany, physiology, and genetics. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Davis, D. C. 1980. Moisture control and storage systems for vegetable crops, pp. 310-359. In: C. W. Hall. (Ed.). Drying and storage of agricultural crops. The Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut.

Dawwod, M. Z. and M. F. Haydar. 1996. Onion planting dates and chemical control measures in relation to *Thrips tabaci* Lind. Infestation levels and the onion yield. Ann. Agric. Sci., Moshtohor 34(1): 365-372.

Daymond, A. J., T. R. Wheeler, P. Hadley, R. H. Ellis, and J. I. L. Morison. 1977. The growth, development and yield of onion (*Allium cepa* L.) in response to temperature and CO_2. J. Hort. Sci. 72(1): 135-145.

DeMason, D. A. 1990. Morphology and anatomy of *Allium*, pp. 27-51. In: H. D. Rabinowitch and T. L. Brewster. (eds.). Onions and allied crops. Vol. I. Botany, physiology, and genetics. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

DeMille, B. And G. Vest. 1976. The effect of temperature and light during bulb storage on traits related to onion seed production. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101: 52-53.

Dixon, G. R. 1981. Vegetable crop diseases. Avi Pub. Co. Inc., Westport Connecticut. 404 p.

Ebida, A. I. A. 1991. Vegetative propagation of 'Egyptian' garlic (*Allium sativum* L.) via shoot culture. Alex. J. Agric. Res. 36(3): 235-247.

Edwards, S. J., G. Britton, and H. A. Collin. 1994. The biosynthetic pathway of the S-alk(en)yl-L-cysteine sulphoxides (flavour precursors) in species of *Allium*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 38(2-3): 181-188.

ElGindy, S. F. 1966. Plant development, yielding ability and storage of garlic varieties. M. Sc. Thesis, Cairo Univ. 212 p.

El-Gizawy, A. M., M. M. F. Abdallah, I. I. El-Oksh, A. R. A. G. Mohamed, and A. A. G. Abdalla. 1993. Effect of soil moisture and nitrogen levels on chemical composition of onion bulbs and on onion storability alter treatment with gamma radiation. Bull. Fac. Agric., Univ. Cairo 44(1): 169-182.

Elmore, G. S. and R. S. Feldberg. 1994. Alliin lyase localization in bundle sheaths of the garlic clove (*Allium sativum*). Amer. J. Bot. 81(1): 89-94.

El-Oksh, I. I., A. S. Abdel-Kader, Y. A. Wally, and A. F. El-Kholly. 1971. Comparative effects of gamma irradiation and maleic hydrazide on storage of garlic. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96: 637-640.

El-Shourbagy, M. S., A. S. El-Ballal, M. A. Abou Bakr, M. A. Hassan, M. S. Tawfik, and Y. M. Ahmed. 1993. Breeding potential of locally cultivated garlic (*Allium sativum* L.). IV. Phytotherapeutic value of improved selections. Journal of Herbs, Spices & Mediciual Plants 1(3): 27-45.

Entwistle, A. R. 1990. Root diseases, pp. 103-154. In: H. D. Rabinowitch and J. L. Brewster. (eds.). Onions and allied crops. Vol. II. Agrouomy, biotic interactions, pathology, and crop protection. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Etoh, T. 1994. Recent studies on leaf, flower, stem and root vegetables in Japan. Hort. Abstr. 64(2): 121-129.

Everts, K. L. and M. L. Lacy. 1996. Factors influencing infection of onion leaves by *Alternaria porri* and subsequent lesion expansion. Plant Dis. 80: 276-280.

Farag, I. A. and S. O. Koreim. 1995. Chemical weed control in onion uursery grown for dry onion sets. Assuit J. Agric. Sci. 26(1): 101-113.

Farag, I. A., H. A. Hussein, and M. A. Farghali. 1994. Effect of weed control treatments, and plant density and side of ridge on weed growth and yield and quality of the Egyptian garlic. Assuit J. Agric. Sci. 25(3): 13-25.

Farghali, M. A. and M. I. A. Zeid. 1995. Phosphorus fertilization and plant population effects on onion grown in different soils. Assuit J. Agric. Sci. 26(4): 187-203.

Fenn, L. B., R. M. Taylor, M. L. Binzel, and C. M. Burks. 1991. Calcium stimulation of ammonium absorption in onion. Agron. J. 83: 840-843.

Fenwick, G. R. and A. B. Hanley. 1990 Chemical Composition, pp. 17-31. In: J. L. Brewster and H. D. Rabinowitch. (eds.). Onions and allied crops. Vol. III. Biochemistry, food science, and minor crops. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.

Fenwick, G. R. and A. B. Hanley. 1990. Processing of Alliums; Use in food manufacture, pp. 73-91. In: J. L. Brewster and H. D. Rabinowitch. (eds.). Onions and allied crops. Vol. III. Biochemistry, food science, and minor crops. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.

Finch-Savage, W. E. 1987. A comparison of seedling emergence and early seedling growth from dry-sown natural and fluid-drilled pregerminated onion (*Allium cepa* L.) seeds in the field. J. Hort. Sci. 62(1): 39-47.

Finger, F. L. and M. Puiatti. 1994. Effect of time of trimming on curing and storage of garlic bulbs. Horticultura Brasileira 12(2): 166-168. c. a. Hort. Abstr. 66(4): 3086, 1996.

Flori, P. and R. Roberti. 1993. Treatment of onion bulbs with antagonistic fungi for the control of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*. (In Italian with English summary). Difesa della Piante 16(4): 5-12. c. a. Rev. Plant Path 74(9): 5738, 1995.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1996. FAO production yearbook, vol. 50. Rome, Italy.

Fossen, T., O. M. Andersen, D. O. Ovstedal, A. T. Pedersan and A. Raknes. 1996. Characteristic anthocyanin pattern from onions and other *Allium* spp. J. Food Sci. 61(4): 703-706.

Francois, L. E. 1991. Yield and quality response of garlic and onion to excess boron. HortScience 26: 547-549.

Francois, L. E. 1994. Yield and quality response of salt-stressed garlic. HortScience 29(11): 1314-1317.

Fullerton, R. A., A. Stewart, and E. A. Slade, 1995. Use of demethylation inhibiting fungicides (DMIs) for the control of onion white rot (*Sclerotium cepivorum* Berk.) in New Zealand. Journal of crop and Horticultural Science 23(2): 121-125.

Fustos, Z., M. Pankotai Gilinger, and A. Ombodi. 1994. Effects of postharvest handling and cultivars on keeping quality of onions (*Allium cepa* L.) in storage. Acta Hort. No. 368: 212-219.

Galván, G. A., W. A. Wietsma, S. Putrasemedja, A. H. Permadi, and C. Kik. 1997. Screening for resistance to anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) in *Allium cepa* and its wild relatives. Euphytica 95: 173-178.

Gamiely, S., D. A. Smittle, H. A. Mills, and G. I. Banna. 1990. Onion seed size, weight, and elemental control affect germination and tuber yield. HortScince 25: 522-523.

Gamiely, S., W. M. Randle, H. A. Mills, and D. A. Smittle 1991. A rapid and nondestructive method for estimating leaf area in onions. HortScience 26: 206.

George, R. A. T. 1985. Vegetable seed production. Longman. London. 318 p.

Goldman, I. L. 1996. Elevated antiplatelet activity induced by extracts from onion umbels. HortScience 31(3): 874.

Green, C. D. 1990. Nematode pests of *Allium* species, pp. 155-171. In: H. D. Rabinowitch and J. L. Brewster. (eds.). Onions and allied crops. Vol. II. Agronomy, biotic interactions, pathology, and crop protection. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Hafez, S. M. and M. Abdel Maksoud. 1983. Mites attacking garlic in Egypt. Egypt. J. Hort. 10:115-120.

Hall, D. H. 1980. Proposed list of common names: Onion (*Allium cepa* L.). Plant Dis. 64: 1123.

Hanlet, P. 1990. Taxonomy, evolution, and history, pp. 1-26. In: H. D. Rabinowitch and J. L. Brewster. (eds.). Onions and allied crops. Vol. I. Botany, physiology, and genetics. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Hartz, T. K., C. R. Bogle, D. A. Bender, and F. A. Avila. 1989. Control of pink root disease in onion using solarization and fumigation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114: 587-590.

Hawthorn, L. R. and L. H. Pollard. 1954. Vegetable and flower seel production. The Blakiston Co., Inc., N. Y. 626 p.

Herison, C., J. G. Masabni, and B. H. Zandstra. 1993. Increasing seedling density, age, and nitrogen fertilization increases onion yield. HortScience 28: 23-25.

Hill, H. J., A. G. Taylor, and T. G. Min. 1989. Density separation of imbibed primed vegetable seeds. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114: 661-665.

Hoftun, H. 1993. Internal atmosphere and watery scales in onion bulbs (*Allium cepa* L.). Acta Hort. No. 343: 135-140.

Hosoki, T., Y. Sakai, M. Hamada, and K. Taketani. 1986. Breaking bud dormancy in corms and trees with sulfide compounds in garlic and horseradish. HortScience 21: 114-116.

Hussein, F. N., A. Abd-Elrazik, F. A. Darweish, and M. H. Rushdi. 1977. Survey of storage diseases of onion and their incitants in upper Egypt. Egypt. J. Phytopath. 9: 15-21.

Hussein, M. S., H. M. El-Saeid, and E. A. Omer. 1995. Development of growth and yield of some lines of Chinese garlic. Egypt. J. Hort. 22(1): 19-30.

Isenberg, F. M. 1956. The use of maleic hydrazide on onions. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 68: 343-350.

Insunza, V. B. and A. A. Valenzuela. 1995. Control of *Ditylenchus dipsaci* on garlic (*Allium sativum*) with extracts of medicinal plant from Chile. Nematropica 25(1): 35-41.

Izquierdo, J. and J. N. Corgan. 1980. Onion plant size and timing for ethephon-induced inhibition of bolting. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105: 66-67.

James, T. D. W. and J. C. Sutton. 1996. Biological control of Botrytis leaf blight of onion by *Gliocladium roseum* applied as sprays and with fabric applicators. Europ. J. Plant Path. 102(3): 265-275.

Jeong, Y. C. and K. W. Park. 1994. Effects of variety and bulb size on quality changes during storage of garlic (*Allium sativum* L.) J. Korean Soc. Hort. Sic. 35(2): 131-138. c. a. Plant Breed. Abstr. 65: 11931, 1995.

Jitendra Singh and B. Dhankhar. 1991. Effects of nitrogen, potash and zinc on storage loss of onion bulbs (*Allium cepa* L.). Veg. Sci. 18(1): 16-23.

Jones. H. A. 1937. Onion improvement, pp. 233-250. In: United States Department of Agriculture. Yearbook of Agriculture: Better plants and animals II, U. S. D. A., Wash., D. C.

Jones, H. A. and L. K. Mann. 1963. Onions and their allies. Interscience Pub., Inc., N. Y. 286 p.

Jones, H. A., B. A. Perry, and G. N. Davis. 1957. Growing the transplant onion crop. U. S. Dept. Agr., Famer's Bul. No. 1956. 27 p.

Kallio, H. and L. Salorinne. 1990. Comparison of onion varieties by head space gas chromatography mass spectrometry. J. Agric. Food Chem. 38: 1560-1564.

Kay, S. T. and A. Stewart. 1994. Evaluation of fungal antagonists for control of onion white rot in soil box trials. Plant Path. 43(2): 371-377.

Kimoto, T., A. I. I. Cardoso, A. P. Cbeng, M. K. Kamitsuji, M. C. C. Lima, C. Y. Ysutsumi, and R. Goto. 1996. Devernalization in garlic due to delay in planting after removal from cold storage of seed cloves. (In Portuguese with English summary). Horticulturae Brasileira 14(1): 53-55. c. a. Hort. Abstr. 67: 5803, 1997.

Kobayashi, A., R. Itagaki, Y. Tokitomo, and K. Kubota. 1994. Changes of aroma character of irradiated onion during storage. (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Food Sci. Tech. 41(10): 682-686. c. a. Hort Abstr. 65: 6957, 1997.

Koch, M., Z. Tanami, and R. Salomon. 1995. Improved regeneration of shoots from garlic callus. HortScience 30(2): 378.

Koch, M. F., Z. Taanami, and E. Levy. 1996. Damage to garlic crops caused by *Erwinia herbicola*. Phytoparasitica 24(2): 125-126.

Komochi, S. 1990. Bulb dormancy and storage physiology, pp. 89-111. In: H. D. Rabinowitch and J. L. Brewster. (eds.). Onions and allied crops. Vol. I. Botany, physiology, and genetics. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Kopsell, D. E. and W. M. Randle. 1997. Onion cultivars differ in pungency and bulb quality changes during storage. HortScience 32(7): 1260-1263.

Kopsell, D. A. and W. M. Randle. 1997. Short-day onion cultivars differ in bulb selenium and sulfur accumulation which can affect bulb pungency. Euphytica 96: 385-390.

Kretschmer, M. 1994. Influence of temperature and soil water capacity on the emergence of onion seeds. Acta Hort. No. 362: 181-188.

Kudou, R., Y. Fujime, and K. Amimoto. 1995. Effects of plant growth regulators and sampling positions on organ formation of garlic. (In Japanese with English summary). Tech. Bull. Fac. Agric., Kagawa Univ. 47(1): 15-22. c. a. Hort. Abstr. 65: 8817, 1995.

Laffi, F. and F. Raboni. 1994. *Aceria tulipae* (Keifer): an eriophyid mite harmful to garlic. (In Italian with English summary). Informatore Fitopatologico 44(9): 38-40. c. a. Hort. Abstr. 66: 3085, 1996.

Lancaster, J. E. and M. J. Boland. 1990. Flavor biochemistry, pp. 33-72. In : J. L. Brewster and H. D. Rabinowitch. (eds.). Onions and allied crops. Vol. III. Biochemistry, food science, and minor crops. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.

Lancaster, J. E., C. M. Triggs, J. M. de Ruiter, and P. W. Gandar. 1996. Bulbing in onion: photoperiod and temperature requirements and prediction of bulb size and maturity. Ann. Bot. 78(4): 423-430.

Landry, B. S. and S. Khanizadeh. 1994. Comparative yield and evaluation of cultural practices for selected fall-planted garlic lines (*Allium sativum* L.) in Quebec. Canad. J. Plant Sci. 74(2): 353-356.

Levy, D. and N. Kedar. 1970. Effect of ethrel on growth and bulb initiation in onion. HortScience 5: 80-82.

Li, C. H., X. C. Li, M. H. Zhao, and J. L. Zhao. 1995. Studies on virus-free technology of meristem-tip and tissue culture in *Allium sativum*. (In Chinese with English summary). Acta Agric. Boreali-Sinica 10(3): 20-25.

Lipe, W. N., K. Hodnett, M. Gerst, and C. W. Wendt. 1982. Effects of antitranspirants on water use and yield of green house and field grown onions HortScience 17: 242-244.

Lorenz, O. A. and D. N. Maynard. 1980 (2nd ed.). Knott's handbook for vegetable growers. Wiley-Interscience, N. Y. 390.

Lutz, J. M. and R. E. Hardenburg. 1968. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. U. S. Dept. Agr., Agr. Handbook No. 66. 94 p.

Ma, Y., H. L. Wang, C. J. Zhang, and Y. Q. Kang. 1994. High rate of virus-free plantlet regeneration via garlic scale-tip culture. Plant Cell Reports 14(1): 65-68.

MacNab, A. A., A. F. Sherf, and J. K. Springer. 1983. Identifying diseases of vegetables. The Pennsylvania State Univ., University Park. 62 p.

Maksound, M. A. and A. E. El-Tabbakh. 1983. The effect of leaf removal on cloves and bulb yield in three different garlic cultivars. Egypt. J. Hort. 10: 151-158.

Maksoud, M. A. and I. I. El-Oksh. 1983. Developmental growth changes in garlic. Egypt. J. Hort. 10: 131-142.

Maksoud, M. A., M. A. Beheidi, S. Foda, A. El-Gizawi, and E. M. Taha. 1983a. Influence of storage temperature of bulbs on growth and yield of garlic. Egypt. J. Hort. 10: 167-176.

Maksoud, M. A., M. A. Beheidi, S. Foda, A. El-Gizawi, and E. M. Taha. 1983b. Effect of plant population on germination, growth, yield and quality of two garlic cultivars in Egypt. Egypt. J. Hort 10: 143-150.

Maksoud, M. A., M. A. Beheidi, S. Foda, A. El-Gizawi, and E. M. Taha. 1983c. Evaluation of garlic cultivars and date of planting on performance. Egypt. J. Hort 10: 121-128.

Maksoud, M. A., S. Foda, A. El-Gizawi, and E. M. Taha. 1983d. Response of garlic plants to fertilization treatments. Egypt. J. Hort. 10: 159-165.

Maksoud, M. A. and M. T. Fayed. 1984. Solarization, mechanical and chemical weed control in garlic. Egypt J. Hort. 11: 85-92.

Maksoud, M. A., M. A. Beheidi, S. Foda, E. M. Taha, and M. Abdel-Aziz. 1984a. Complementary study on the evaluation of some garlic cultivars at different planting dates. Egypt. J. Hort. 11: 59-67.

Maksoud, M. A., M. A. Beheidi, S. Foda, E. M. Taha, and M. Abdel-Aziz. 1984b. More studies on the influence of cooling cloves on growth and yield of garlic. Egypt. J. Hort. 11: 75-84.

Maksoud, M. A., M. A. Beheidi, S. Foda, E. M. Taha, and M. Abdel-Aziz. 1984c. Complementary study on the effect of plant population on germiuation, growth, yield and quality of two garlic cultivars in Egypt. Egypt. J. Hort. 11: 69-74.

Maksoud, M. A. and A. Sharaf. 1986. Effect of planting date and harvesting on the keeping quality of some garlic cultivars. Egypt. J. Hort. 13: 109-116.

Maksoud, M. A., M. A. Beheidi, and M. A. I. Khalil. 1986. Effect of different soil moisture levels on garlic plants. Egypt. J. Hort. 13: 123-138.

Mangal, J. L., R. K. Singh, A. C. Yadaw, S. Lal, and U. C. Pandey. 1990. Evaluation of garlic cultivars for salinity tolerance. J. Hort. Sci. 65: 657-658.

Mann, L. K. and P. A. Minges. 1958. Growth and bulbing of garlic (*Allium sativum* L.) in response to storage temperature of planting stocks, day length, aud planting date. Hilagardia 27: 385-419.

Martin de Santa Olalla, F., J. A. de Juan Valero, and C. Fabeiro Cortés. 1994. Growth and production of onion crop (*Allium cepa* L.) under different irrigation schedulings. Europ. J. Agron. 3(1): 85-92.

Masuda, K., E. Hatakeyama, A. Ito, S. Takahashi, and M. Inoue. 1994. Micropro-gation of garlic (*Allium Sativum* L.). Bulletin of the Akita Prefectural College of Agriculture No. 20: 43-48.

Matejko, C. and H. Dahlhelm. 1991. Polyamine synthesis and its relation to dormancy in *Allium cepa* L. Biochemie und Physiologie der Pflanzen 187(3): 217-226.

Maude, R. B. 1990. Leaf diseases of onions, pp. 173-189. In: H. D. Rabinowitch and J. L. Brewster. (eds.). Onions and allied crops. Vol. II. Agronomy, biotic interactions, pathology, and crop protection. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Maude, R. B. 1990. Storage diseases of onion, pp. 273-296. In: H. D. Rabinowitch and J. L. Brewster. (eds.). Onions and allied crops. Vol. II. Agronomy, biotic interactions, pathology, and crop protection. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Mazza, G., S. Ciaravolo, G. Chiricosta, and S. Celli. 1992. Volatile flavour

components from ripening and mature garlic bulbs. Flavour and Fragrance Journal 7: 111-116. c. a. Hort Abstr. 63: 2659, 1993.

McCollum, G. D. 1968. Heritability and genetic correlation of soluble solids, bulb size and shape in white sweet spauish onion. Canad. J. Genet. Cyto. 10: 508-514.

McFerson, J. R., T. W. Walters, and C. J. Eckenrode. 1996. Variation in *Allium* spp. damage by onion maggot. HortScience 31(7): 1219-1222.

McGeary, D. J. 1985. The effect of plant density on the shape, size, uniformity, soluble solids content and yield of onious suitable for pickling. J. Hort. Sci. 60: 83-87.

McGregor, S. E. 1976. Insect pollinatiou of cultivated plauts. U. S. Dept. Agr., Agr. Res. Ser., Agr. Handbook No. 496. 411 p.

McKenzie, C. L., B. Cartwright, M. E. Miller, and J. V. Edelsou. 1993. Injury to onions by *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) and its role in the development of purple blotch. Environmental Entomology 22(6): 1266-1277.

Mettananda, K. A. and R. Fordham. 1997. The effects of 12 and 16 hour daylength treatments on the onset of bulbing in 21 onion cultivars (*Allium cepa* L.) and its application to screening germplasm for use in the tropics. J. Hort. Sci. 72(6): 981-988.

Miedema, P. 1992. The effects of temperature on sprouting of onion bulbs. Onion Newsletter for the tropics No. 4: 52-54.

Miedema, P. 1994. Bulb dormancy in onion. I. The effects of temperature and cultivar on sprouting and rooting. J. Hort. Sei. 69(1): 29-30.

Miedema, P. 1994. Bulb dormancy in onion. III. The influence of the root system, cytokinin and wounding on sprout emergence. J. Hort. Sci. 69(1): 47-52.

Miedema, P. and G. C. Kamminga. 1994. Bulb dormancy in onion. II. The role of cytokinins in high-temperature imposed sprout inhibition. J. Hort. Sci. 69(1): 41-45.

Mohanty, B. K., T. Barik, and D. K. Dora. 1990. Effect of time of transplanting and age of seedlings on yield of onion (*Allium cepa* L.). Indian Agriculturist 34(2): 111-113. c. a. Hort. Abstr. 63: 7466, 1993.

Nojri, H., T. Toyomasu, H. Yamane, H. Shibaoka, and N. Murofushi. 1993. Qualitative and quantitative analysis of endogenous gibberellins in onion plants

and their effects on bulb development. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry 57(12): 2031-2035.

O'Garro, L. W. and L. P. Paulraj. 1997. Onion leaf blight caused by *Xanthomonas campestris* : alternative hosts and resistant onion genotypes. Plant Dis. 81(8): 978-982.

Omar, S. A., N. A. I. Osman, and A. A. Hanafi. 1996. Controlling white rot disease in onion using alfalfa saponin. Bull. Fac. Argic., Univ. Cairo 47: 319-330.

Osman, N. A. E., A. H. Metwally, and A. A. El-Deeb. 1991. Effect of pesticides on growth and sporulation of *Botrytis allii* and incidence of onion neck rot. Egypt. J. Agric. Res. 69(3): 763-774.

Padule, D. N., S. R. Lohate, and P. M. Kotecha. 1996. Control of spoilage of onion bulbs by post-harvest fungicidal treatments during storage. Onion Newsletter for the Tropics No. 7: 44-48.

Pandey, U. B., Lallan Singh, S. P. Singh, and P. K. Mishra. 1992. Studies on the effect of curing on storage life of kharif onion (*Allium cepa* L.). Newsletter-Associated Agricultural Development Foundation 12(3): 14-16. c. a. Hort. Abstr. 64: 7833, 1994.

Park, Y. B. and B. Y. Lee. 1992. Effect of storage temperature ou changes in carbohydrates and endogenous hormones in garlic bulbs. (In Korean with English summary). J. Korean Soc. Hort. Sci. 33(6): 442-451. c. a. Hort. Abstr. 64: 8636, 1994.

Park, W. P. and D. S. Lee. 1995. Effect of chlorine treatment on cut water cress and onion. J. Food Quality 18(5): 415-424.

Park, Y. B., J. M. Hwang, and B. Y. Lee. 1992. Effects of seed storage temperature on the quality during storage, plant growth and bulb development of garlic (*Allium sativum* L.). (In Korean with English summary). J. Korean Soc. Hort. Sci. 33(2): 103-110. C. a. Hort. Abstr. 64: 9406, 1994.

Paril, B. S. and L. M. Pike. 1995. Distribution of quereetin content in different rings of various coloured onion (*Allium cepa* L.) cultivars. J. Hort. Sci. 70(4): 643-650.

Patil, B. S., L. M. Pike, and B. K. Hamilton. 1995. Changes iu quercetin concentration in onion (*Allium cepa* L.) owing to location, growth stage and soil type. New Phytologist 130(3): 349-355.

Patil, B. S., L. M. Pike, and K. S. Yoo. 1995. Variation in the quercetin content in

different colored onions (*Allium cepa* L.) J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(6): 909-913.

Pel, E. and H. Schuttelkope. 1995. The uptake of iodine by garlic. (In German with English summary). Deutsche Lebensmittel-Rundschau 91(1): 8-13. c. a. Hort. Abstr. 65(8): 6936, 1995.

Pike, L. M. 1986. Onion breeding, pp. 357-394. In: M. J. Bassett. (ed.). Breeding vegetable crops. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut.

Pooler, M. R. and P. W. Simon. 1993. Garlic flowering in response to clone, photoperiod, growth temperature, and cold storage. HortScience 28: 1085-1086.

Piringer, A. A. 1962. Photoperiodic responses of vegetable plants, pp. 173-185. In: Proceedings of Plant Science Symposium, Campbell Soup Co., Camden, N. J.

Purseglove, J. W. 1972. Tropical crops: monocotyledons. The English Language Book Society, London. 607 p.

Purvis, E. R. and R. L. Carolus. 1964. Nutrient deficiencies in vegetable crops, pp. 245-286. In H. B. Sprague. (ed.). Hunger signs in crops. David McKay Co., N. Y.

Qaryouti, M. M. and M. A. Kasrawi. 1995. Storage temperature of seed bulbs and planting date influence on garlic. 1. Emergence, vegetative growth, bulbing and maturity. Adv. Hort. Sci. 9(1): 12-18.

Rabinowitch, H. D. 1990. Physiology of flowering, pp. 113-134. In: H. D. Rabinowitch and J. L. Brewster. (eds.). Onions and allied crops. Vol. I. Botany, physiology, and genetics. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Rabinowitch, H. D. 1990. Seed development, pp. 151-159. In: H. D. Rabinowitch and J. L. Brewster. (eds.). Onions and allied crops. Vol. I. Botany, physiology, and genetics. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Rabinowitch, H. D. and J. L. Brewster. (eds.). 1990. Onions and allied crops. Vol. I. Botany, physiology, and genetics. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 273 p.

Rabinowitch, H. D. and J. L. Brewster. (eds.). 1990. Onions and allied crops. Vol. II. Agronomy, biotic interactions, pathology, and crop protection. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 320 p.

Ramsey, G. B. and J. S. Wiant. 1941. Market diseases of fruits and vegetables: asparagas, onions, beans, peas, carrots, celery, and related vegetables. U. S. Dept. Agr. Misc. Pub. No. 440. 70 p.

Randle, W. M. 1992. Onion germplasm interacts with sulfur fertility for plant sulfur utilization and bnlb pungency. Euphytica 59: 151-156.

Randle, W. M. and M. L. Bussard. 1993. Pungency and sugars of short-day onions as affected by sulfur nutrition. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118(6): 766-770.

Randle, W. M., M. L. Bussard, and D. F. Warnock. 1993. Ontogeny and sulfur fertility affect leaf sulfur in short-day onions. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118(6): 762-765.

Randle, W. M., E. Block, M. H. Littlejohn, D. Putman, and M. L. Bussard. 1994. Onion (*Allium cepa* L.) thiosulfinates respond to increasing sulfur fertility. J. Agric. Food Chem. 42(10): 2085-2088.

Rao, N. K. S. and R. M. Bhatt. 1990. Response of onion to antitranspirants-plant water balance. Plant Phys. & Biochem. (New Delhi). 17(2): 69-74. c. a. Hort. Abstr. 63: 261, 1993.

Read, P. E. 1982. Plant growth regulator use in field-scale vegetable crops, pp. 285-296. In: J. S. McLaren. (ed.). Chemical manipulation of crop growth and development. Butterworth Scientific, London.

Rizk, T. Y., M. T. Fayed, S. M. El-Nager, and H. Fawzy. 1991. Effect of plant spacing on weeds, growth yield and its components of onion (*Allium cepa* L.). Egypt. J. Agron.-Special issue 71-80.

Robb, J. G., J. A. Smith, R. G. Wilson, and C. D. Yonts. 1994. Paperpot transplanting systems – overview and potential for vegetable production. HortTechnology 4(2): 166-171.

Roberts, P. A. and W. C. Matthews. 1995. Disinfection alternatives for control of *Ditylenchus dispaci* in garlic seed cloves. J. Nematology 27(4): 448-456.

Rost, T. L., M. G. Barbour, R. M. Thornton, T. E. Weier, and C. R. Stocking. 1984. Botany. John Wiley & Sons, N. Y. 342 p.

Rubin, B. 1990. Weed competition and weed control in *Allium* crops, pp. 63-84. In: H. D. Rabinowitch and J. L. Brewster. (eds.). Onions and allied crops. Vol. II. Agronomy, Biotic interactions, pathology, and crop protection. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Rutherford, P. P. and R. Whittle. 1984. Methods of predicting the long-term storage of onions. J. Hort. Sci. 59(4): 537-543.

Salunkhe, D. K. and B. B. Desai. 1984. Postharvest biotechnology of vegetables. Vol. II. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 194 p.

Sanders, D. C. and J. D. Cure. 1996. Control of bolting in autumn-sown sweet onions through undercutting J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(6): 1147-1151.

Sasanelli, N., V. D'Aloisio, M. Basile, and G. L. Rana. 1995. Control of *Ditylenchus dipsaci* on onion by chemical treatments with cadusafos, fenamiphos and aldicarb. Afor-Asian Journal of Nematology 5(1): 24-27.

Sasser, J. N. 1971. An introduction to the plant nematode problem affecting world crop, and a survey of current control methods. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 24: 3-47.

Satti, S. M. E. and M. Lopez. 1994. Effects of storage temperature on growth and bulb formation in four garlic (*Allium sativum* L.) cultivars. Pakistan J. Bot. 26(1): 161-165. c. a. Hort. Abstr. 66: 2121, 1996.

Schmidt, N. E. et al. 1996. Rapid extraction method of quantitating the lachrymatory factor of onion using gas chromatography. J. Agric. Food Chem. 44(9): 2690-2693.

Schwartz, H. F. and S. Krishna Mohan. (eds.). 1994. Onion and garlic diseases. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota. 70 p.

Seelig, R. A. 1970. Fruit and vegetable facts and pointers: Dry onions. United Fresh Fruit and Vegetable Association, Alexandria, Virginia. 22 p.

Seelig, R. A. 1974. Fruit and vegetable facts and pointers: Green onions. United Fresb Fruit and Vegetable Assoication, Alexandria, Va. 4 p.

Shaheen, A. M. and K. M. El-Habbasha. 1985. Weed control and plant population for bulb yield of onion (*Allium cepa* L.). Egypt. J. Hort. 12: 131-141.

Shalaby, G. I., A. I. El-Muraba, N. M. Kandeel, and A. A. Gamie. 1991. Effect of some cultural practices on onion bulb production grown from sets. II-Plant density and set-size. Assuit J. Agric. Sci. 22(5): 83-101.

Shalaby, G. I., A. I. El-Muraba, N. M. Kandeel, and A. A. Gamie. 1991. Effect of some cultural practices on onion bulb production growth from sets. III-Planting dates, direction of ridges and cultivars. Assuit J. Agric. Sci. 22(5): 103-121.

Shoemaker, J. S. 1953. (2nd ed.). Vegetable growing. Wiley, N. Y. 515 p.

Sims, W. L., T. M. Little, and R. E. Voss. 1976. Growing garlic in California. Univ. Calif., Div. Agr. Sci., Leaflet No. 2948. 12 p.

Smittle, D. A. 1988. Evaluation of storage methods for 'Granex' onion. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113: 877-880.

Singh, U. P., B. Prithiviraj, K. G. Wagner, and K. Plank-Schumacher. 1995. Effect of ajoene, a constituent of garlic (*Allium sativum*), on powdery mildew (*Erysiphe pisi*) of pea (*Pisum sativum*). Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 102(4): 399-406. c. a. Rev. Plant Path. 75: 367, 1996.

Sobeih, W. Y. and C. J. Wright. 1986. The photoperiodic regulation of bulbing in onions (*Allium cepa* L.). II. Effects of plant age and size. J. Hort. Sci. 61: 337-341.

Sobeih, W. Y. And C. J. Wright. 1987. Effect of ethylene and silver ions on bulbing in onions (*Allium cepa* L.) under different light regimes. Scientia Hort. 31(1/2): 45-52.

Soni, S. K. and P. R. Ellis. 1990. Insect pests, pp. 213-271. In: H. D. Rabinowitch and J. L. Brewster. (eds.). Onions and allied crops. Vol. II. Agronomy, biotic interactions, pathology, and crop protection. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Stearn, W. T. 1992. How many species of *Allium* are known? Kew Magazine 9(4): 180-182. c. a. Plant Breed. Abstr. 63: 1753, 1993.

Stevens, M. A. 1970. Vegetable flavor. HortScience 5: 95-98.

Stewart, A. and S. C. Franicevic. 1994. Infected seed as a source of inoculum for *Botrytis* infection of onion bulbs in store. Australian Plant Pathology 23(2): 36-40.

Stoffella, P. J. 1996. Planting arrangement and density of transplants influence Sweet Spanish onion yields and bnlh size. HortScience 31(7): 1129-1130.

Stribley, D. P. 1990. Mycorrhizal associations and their significance, pp. 85-101. In: H. D. Rabinowitch and J. L. Brewster. (eds.). Onions and allied crops. Vol. II. Agronomy, biotic interactions, pathology, and crop protection. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Sukarno, N., S. E. Smith, and E. S. Scott. 1993. The effect of fungicides on vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis: I. The effects on vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth. New Phytologist 125(1): 139-147.

Sumner, D. R., R. D. Gitaitis, J. D. Gay, D. A. Smittle, B. W. Maw, E. W. Tollner, and Y. C. Hung. 1997. Control of soilborne pathogenic fungi in fields of sweet onion. Plant Dis. 81: 885-891.

Szyndel, M. S., B. Kozera, and E. Misterek. 1994. The elimination of viruses from

garlic (*Allium sativum* L.) plants by thermo therapy and meristem tip culture. Acta Agrobotanica 47(1): 83-88.

Tackholm, V. and M. Drar. 1954. Flora of Egypt. Bull. Fac. Sci., Egypt. Univ. (Currently: Univ. Cairo) 3. 644 p.

Takagi, H. 1990. Garlic, *Allum sativum* L., pp. 109-146. In: J. L. Brewster and H. D. Rabinowitch. (eds.). Onions and allied crops. Vol. III. Biochemistry, food science, and minor crops. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.

Takagi, H. and Y. Qu. 1995. Effect of light quality, photoperiod and cold treatment on *in vitro* bulbing of garlic shoot tip. Acta Hort. No. 393: 181-188.

Tanaka, M. 1991. Studies on the storage of onion bulbs harvested in autumn. (In Japanese). Res. Bul. of the Hokkaido National Agric. Exp. Sta. No. 156: 39-122. c. a. Hort. Abstr. 63: 264, 1993.

Tawaraya, K., S. Watanabe, E. Yoshida, and T. Wagatsuma. 1996. Effect of onion (*Allium cepa*) root exudates on the hyphal growth of *Gigaspora margarita*. Mycorrhiza 6(1): 57-59.

Tei, F., A. Scaife, and D. P. Aikman. 1996. Growth of lettuce, onion, and red beet. 1. Growth analysis, light interception, and radiation use efficiency. Ann. Bot. 78(5): 633-643.

Teviotdale, B. L., R. M. Davis, J. P. Guerard, and D. H. Harper. 1990. Method of irrigation affects sour skin rot of onion. Calif. Agric. 44(5): 27-28.

Thamizharasi, V. and P. Narasimham. 1993. Effect of heat treatment on the quality of onions during long-term tropical storage. Inter. J. Food Sci. Tech. 28(4): 397-406.

Thomas, D. J., K. L. Parkin, and P. W. Simon. 1992. Development of a simple pungency indicator test for onions. J. Sci. Food Agric. 60(4): 499-504.

Thompson, H. C. and W. C. Kelly. 1957. Vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N. Y. 611 p.

Thornton, M. K. and S. K. Mohan. 1996. Response of sweet Spanish onion cultivars and numbered hybrids to basal rot and pink root. Plant Dis. 80(6): 660-663.

Torres-Barragán, A., E. Zavaleta-Mejia, C. González-Cháves, and R. Ferrera-Cerrato. 1996. The use of arbuscular mycorrhizae to control onion white rot (*Sclerotium cepivorum* Berk.) under field conditions. Mycorrhiza 6(4): 253-257.

Tropical Development and Research Institute. 1986. Pest control in tropical onions. London. 109 p.

Ueda, Y., T. Tsubuku, and R. Miyajima. 1994. Composition of sulfur-containing components in onion and their flavor characters. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry 58(1): 108-110.

Uzo, J. O. and L. Currah. 1990. Cultural systems aud agronomic practices in tropical climates, pp. 49-62. In: H. D. Rabinowitch and J. L. Brewster. (eds.). Onions and allied crops. Vol. II. Agronomy, biotic interactions, pathology, and crop protection. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Vavrina, C. S. and D. A. Smittle. 1993 Evaluating sweet onion cultivar for sugar concentrations and pungency. HortScience 28(8): 804-806.

Visser, C. L. M. de, W. van den Berg, and H. Niers. 1995. Relation between soil mineral nitrogen before sowing and optimum nitrogen fertilization in onion. Netherlands J. Agric. Sci. 43(3): 333-345.

Vosátka, M. 1995. Influence of inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi on the growth and mycorrhizal infection of transplanted onion. Agriculture, Ecosystems & Environment 53(2): 151-159.

Voss, R. E. (Ed.). 1979. Onion production in California. Univ. Calif., Div. Agr. Sci., Priced Pub. No. 4097. 49 p.

Walker, J. C. 1959. Onion diseases and their control. U. S. Dept. Agr., Farmer's Bul. No. 1060. 26 p.

Walker, J. C. 1969. Plant patgology. McGraw-Hill Book Co., N. Y. 819 p.

Walkey, D. G. A. 1990. Virus diseases, pp. 191-212. In: H. D. Rabinowitch and J. L. Brewster. (eds.). Onions and allied crops. Vol. II. Agronomy, biotic interactions, pathology, and crop protection. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Walkey, D. G. A. and D. N. Antill. 1989. Agronomic evaluation of virus-free and virus-infected garlic (*Allium sativum* L.). J. Hort. Sci. 64: 53-60.

Walkey, D. G. A., M. J. W. Webb, C. J. Bolland, and A. Miller. 1987. Production of virus-free garlic (*Allium sativum* L.) and shallot (*A. ascalonicum* L.) by meristem-tip culture. J. Hort. Sci. 62: 211-220.

Wall, M. M. and J. N. Corgan. 1994. Postharvest losses from delayed harvest and during common storage of short-day onions. HortScience 29(7): 802-804.

Wall, M. M., A. Mohammad, and J. N. Corgan. 1996. Heritability estimates and response to selection for the pungency and single center traits in onion. Euphytica 87: 133-139.

Walters, T. W. and C. J. Eckenrode. 1996. Integrated management of the onion maggot (Diptera: Anthomyiidae). J. Econ. Ent. 89(6): 1582-1586.

Ware, G. W. and J. P. McCollum. 1980. (3 rd ed.). Producing vegetable crops. The Interstate Printers & Publishers, Inc., Danville. Illinois. 607 p.

Warid, W. A. and J. M. Loaiza. 1994. Short-day onion cultivar bulb yield and its relation to soluble solids content. Onion Newsletter for the tropics No. 6: 32-35.

Waterer, D. R. and R. R. Coltman. 1988. Phosphorus concentration and application interval influence growth and mycorrhizal infection of tomato and onion transplants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113: 704-708.

Watt, B. K. and A. L. Merrill. 1963. Composition of Foods. U. S. Dept. Agr., Agr. Handbook No. 8. 190 p.

Weaver, J. E. and W. E. Bruner. 1927. Root development of vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N. Y. 351 p.

Wiles, G. C. 1994. The effect of different photoperiods and temperatures following bulb initiation on bulb development in tropical onion cultivars. Acta. Hort. No. 358: 419-427.

Wright, P. J. 1993. Effects of nitrogen fertilizer, plant maturity at lifting, and water during field-curing on the incidence of bacterial soft rot of onions in store. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 21(4): 377-381.

Wright, C. J. and W. Y. Sobeih. 1986. The photoperiodic regulation of bulbing in onions (*Allium cepa* L.). I. Effects of irradiance. J. Hort. Sci. 61: 331-335.

Wright, P. J., C. N. Hale, and R. A. Fullerton. 1993. Effect of husbandry practices and water applications during field curing on the incidence of bacterial soft rot of onions in store, New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 21(2): 161-164.

Wright, P. J., R. G. Clark, and C. N. Hale. 1993. A storage soft rot of New Zealand onions caused by *Pseudomonas gladioli* pv. *allicola*. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 21(3): 225-227.

Wu, J. J., J. S. Yang, and M. S. Liu. 1996. Effects of irradiation on the volatile compounds of garlic (*Allium sativum* L.). J. Sci. Food Agric. 70(4): 506-508.

Yamaguchi, M. 1983. World vegetables: principles, production and nutritive values. Avi. Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut. 415 p.

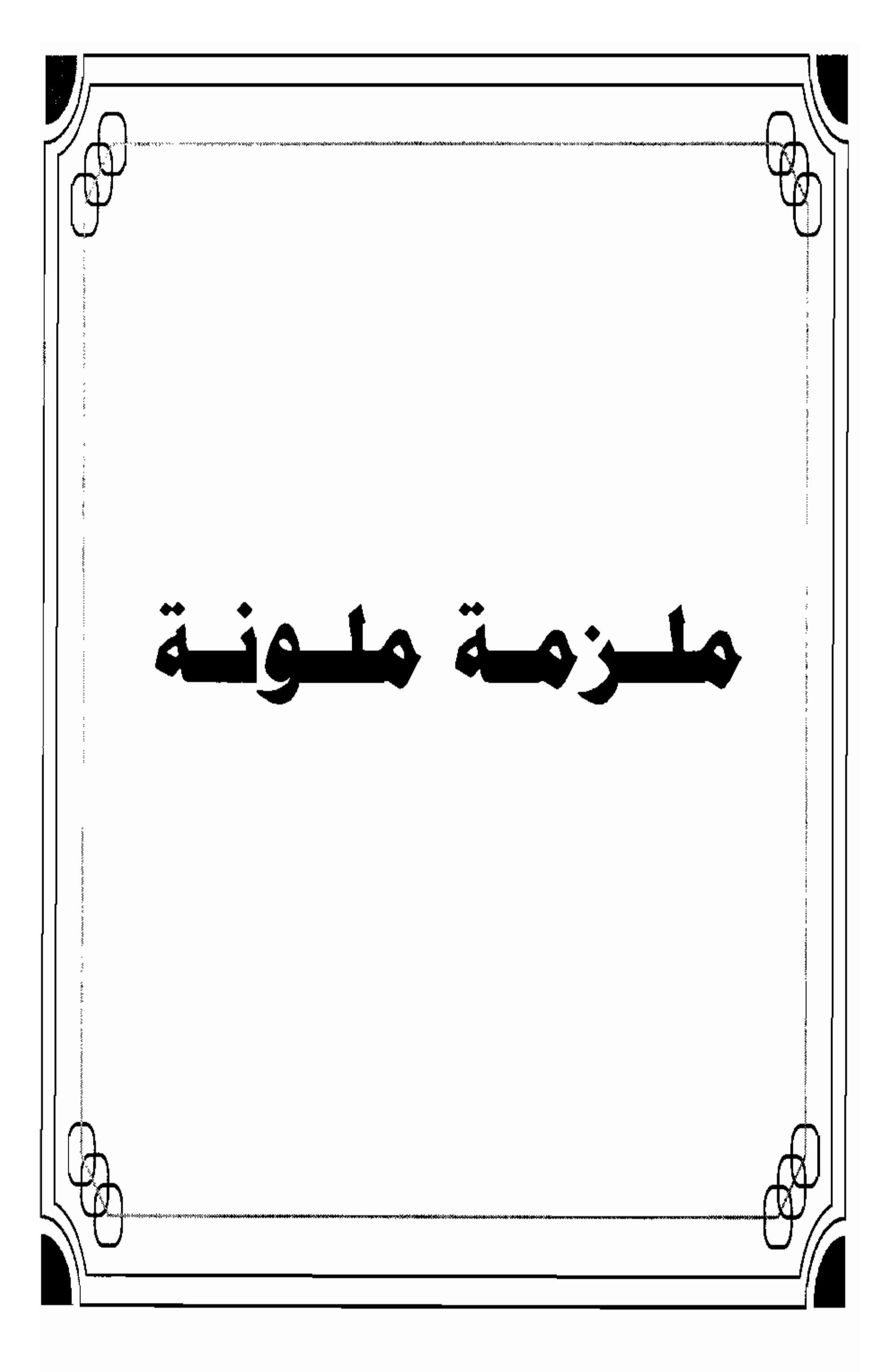
Yamasaki, A. and H. Miura. 1995. Effect of photoperiod under low temperature on the growth and bolting of Japanese bunching onion (*Allium fistulosum* L.). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 63(4): 805-810.

Yoo, K. S. and L. M. Pike. 1995. Effect of cross-cutting and temperature on shoot and root growth of onion bulb. HortScienee 30(1): 144.

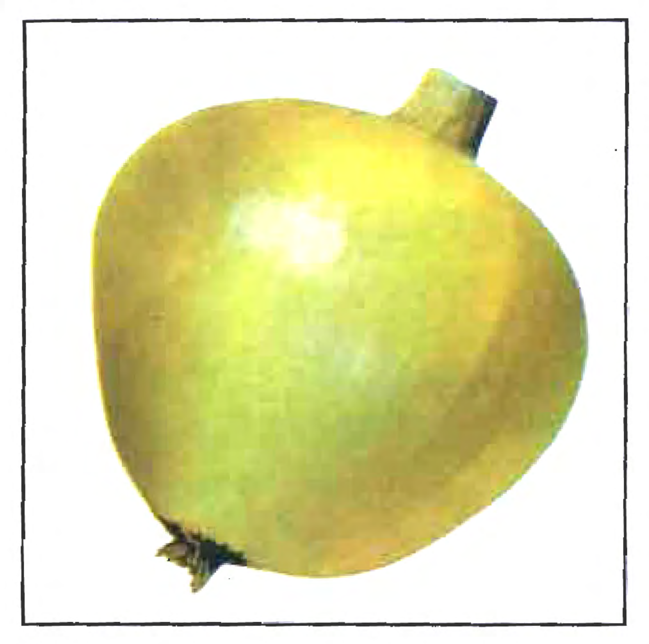
Yoo, K. S. and L. M. Pike. 1995. Postharvest losses of mechanically injured onions after curing. HortScience 30(1): 143.

Ziedan, M. I. (Ed.). 1980. Index of plant diseases in Egypt. Inst. Plant Path., Agr. Res. Center, Cairo, Egypt. 95 p.

Zohri, A. A., S. M. Saber, and K. M. Abdel-Gawad. 1992. Fungal flora and mycotoxins associated with onion (*Allium cepa* L.) in Egypt. Korean J. Myc. 20(4): 302-308.



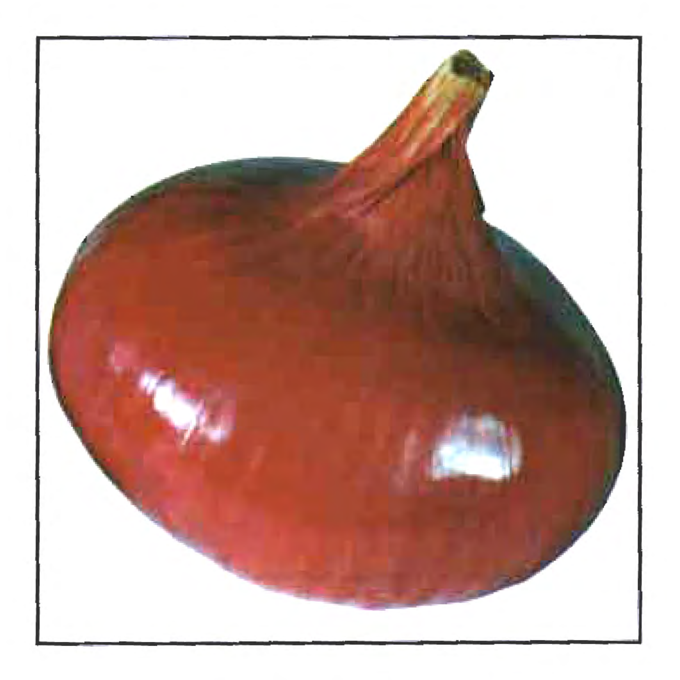
ملزمة ملونة



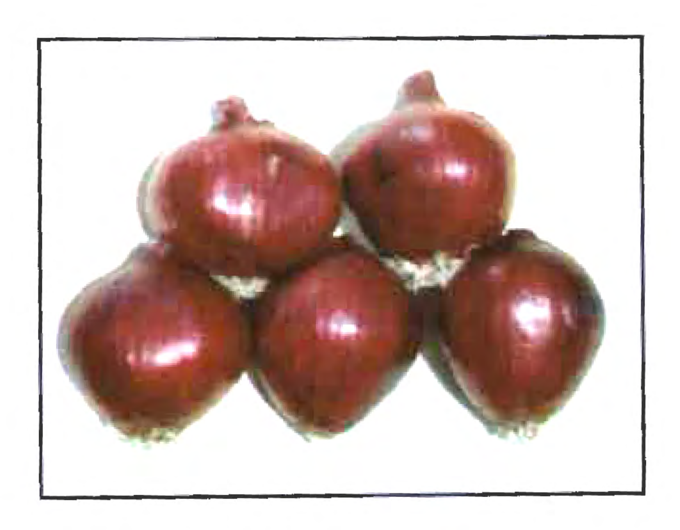
شكل (٣-٢): صنف البصل تكساس إيرلي جرانو Texas Early Grano (أنظر الفصل الثالث، صفحة رقم: ٦٠).



شكل (٣-٣): صنف البصل كريستال واكس Crystal Wax (أنظر الفصل الثالث، صفحة رقم: ٦١).



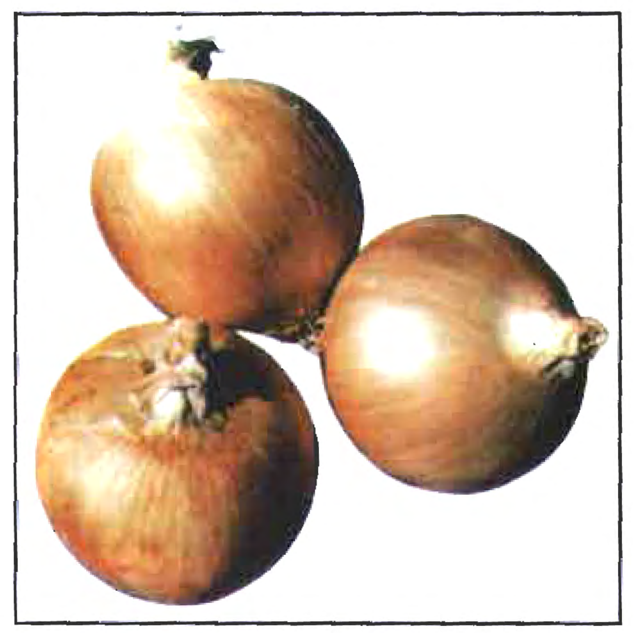
شكل (٣-٤): صنف البصل رد كريول Red Creole (أنظر الفصل الثالث، صفحة رقم: ٦١).



شكل (٣-٥): صنف البصل رد جرانو Red Grano (أنظر الفصل الثالث، صفحة رقم: ٦١).



شكل (٣-٦): صنف البصــل تروبكانا رد Tropicana Red (أنظر الفصل الثــالث، صفحــة رقم: ٦٢).



شكل (٣-٧): صنف البصل فالنسيا ديورابل Valencia Durable (أنظر الفصل الثالث، صفحة رقم: ٦٣).



شكل (٣-٨): صنف البصل إيرلي يلو جلوب Early Yellow Globe (أنظر الفصل الثـــالث، صفحة رقم: ٦٤).



شكل (٣-٩) : صنف البصل أفـــالانـــش Avalanche (أنظر الفصـــل الثالـــث، صفحـــة رقم: ٦٦).



شكل (٤-١): البصيلات التى تستخدم فى زراعة البصل. يتراوح قطر معظم هذه البصيلات بين ٨ و ١٦ مم (عن معهد بحوث الإرشاد الزراعى والتنمية الريفية) (أنظر الفصل الرابع، صفحة رقم: ٧٣).



شكل (٤-٢): حقل من البصل صنف جيزة ٢٠ مزروع آليًا بكثافة عالية فى حائل بالمملكة العربية السعودية (أنظر الفصل الرابع، صفحة رقم: ٨٧).



شكل (٤-٣): الحقل السابق عن قرب، ويتضح من الصورة أن المسافة بين السطور تبلغ ٢٥ سم، وأن سطور النباتات تغطى الحقل كله فيما عدا مواقع عجلات جهاز الرى المحورى (أنظر الفصل الرابع، صفحة رقم: ٨٧).



شكل (٩-١): أعراض الإصابة بالبياض الزغبى بعد ظهور الجراثيم الأرجوانية اللون فى الجو الرطب (أنظر الفصل التاسع، صفحة رقم: ٢٣٠).



شكل (٩–٣): أعراض الإصابة باللطعة الأرجوانية على أوراق البصل (أنظر الفصل التاسع، صفحة رقم: ٢٣٣).



شكل (٩–٤): أعراض الإصابة بالجذر الوردى فى البصل. نباتات سليمة على اليسار، ونباتات مصابة بدرجات مختلفة على يمينها. يلاحظ ازدياد تأثير الإصابة على النمو النباتى (الجذرى والخضرى) كلما ازدادت شدهًا بالاتجاه يمينًا (أنظر الفصل التاسع، صفحة رقم: ٢٣٦).



شكل (٩-٥): أعراض الإصابة بالعفن الأبيض للبصل فى الحقل. يلاحظ ظهور ميسيليوم الفطر الأبيض اللون، وأجسامه الحجرية السوداء اللون (عن MacNab وآخرين ١٩٨٣) (أنظر الفصل التاسع، صفحة رقم: ٢٣٨).



شكل (٩-٨): أعراض الإصابة بعفن الفيوزاريم القاعدى فى البصل (أنظر الفصل التاسع، صفحة رقم: ٢٤٤).



شكل (٩-٩): قطاع طولى فى بصلة مصابة بعفن الرقبة (أنظر الفصل التاسع صفحة رقم: ٢٤٩).



شكل (٩-١٠): أعراض الإصابة بعفن الرقبة قبل تقدم الفطر نحو قاعدة البصلة (أنظر الفصل التاسع، صفحة رقم: ٢٤٩).



شكل (٩-١١): النمو الزغبي الرمادي لهيفات الفطر وجراثيمه فى مرحلة متقدمة من الإصابة بعفن الرقبة (أنظر الفصل التاسع، صفحة رقم: ٢٤٩).



شكل (٩-١٢): الأجسام الحجرية للفطر المسبب لعفن الرقبة وقد تكونت على السطح الخارجى لقواعد الأوراق الحرشيفية للبصلة (أنظر الفصل التاسع، صفحة رقم: ٢٤٩).



شكل (٩-١٤): أعراض الإصابة بلفحة أوراق بوتريتس Botrytis leaf Blight فى البصل (أنظر الفصل التاسع، صفحة رقم: ٢٥٥).



شكل (٩-١٥): أعراض الإصابة بالاسوداد أو التهبب Smudge فى البصل (أنظر الفصل التاسع، صفحة رقم: ٢٥٦).



شكل (٩–١٧): إصابة متقدمة بالتفحم Smut فى البصل، حيث تظهر بالشكل كتل مسحوقية سوداء من جراثيم الفطر (أنظر الفصل التاسع، صفحة رقم: ٢٥٧).



شكل (٩–٢٠): أعراض الإصابة بالحراشيف المنزلقة فى البصل (أنظر الفصل التاسع، صفحة رقم: ٢٦٥).



شكل (٩-٢١): قطاع عرضى فى بصلة مصابة بمرض الحراشيف المتزلقة (أنظر الفصل التاسع، صفحة رقم: ٢٦٥).



شكل (٩-٢٤): أعراض الإصابة بالتربس فى البصل (عن Asian Veg. Res. Dev. Cent. ١٩٩٤) (أنظر الفصل التاسع، صفحة رقم: ٢٧٥).



شكل (١٠-٣): رؤوس سلالة الثوم سدس ٤٠ (أنظر الفصل العاشر، صفحة رقم: ٢٩٠).



شكل (١٠-٤): زراعة الثوم على مصاطب فى خطوط مزدوجة فى كاليفورنيا (Calif. Argic. - المجلد ٤٢ - العدد ٢ - صفحات: ٢٨-٢٩) (أنظر الفصل العاشر صفحة رقم: ٢٩٦).





شكل (١٠-٧): أعراض الإصابة بنيماتودا الساق والأوراق *Ditylenchus dipsaci* فى الثـــوم: (A) – المظهر العام للنباتات المصابة، (B) – مقارنة بين النباتات المصابة (الى اليمين)، والســـليمة (إلى اليسار) (عن Sasser ١٩٧١) (أنظر الفصل العاشر، صفحة رقم: ٣٢٨).

المؤلف فى سطور



دكتور / أحمد عبدالمنعم حسن. أستاذ ورئيس قسم الخضر بكلية الزراعة - جامعة القاهرة. من مواليد محافظة البحيرة ١٩٤٢. حصل على البكالوريوس من جامعة الإسكندرية بتقدير ممتاز مع مرتبة الشرف الأولى، والماجستير من جامعة ولاية كارولينا الشمالية ١٩٦٦، والدكتوراه من جامعة كورنل بالولايات المتحدة ١٩٧٠. عمل بجامعات الإسكندرية، والقاهرة، وبغداد، والإمارات العربية المتحدة. أشرف على عديد من طلبة الدراسات العليا فى جامعات القاهرة، وعين شمس، وبغداد. عضو عديد من اللجان والجمعيات العلمية المحلية والعالمية. له ٣٠ مؤلفًا علميًا وأكثر من ٧٠ بحثًا علميًا منشورة فى الدوريات العليمة والعالمية. حصل على جائزة الدولة التقديرية التشجعية ووسام العلوم والفنون من الطبقة الأولى (أكاديمية البحث العلمى - مصر)، والجائزة الأولى لندوة الثقافة والعلوم (دبى)، وأربع جوائز عن التعليم العلمى الزراعى (وزارة الزراعة - مصر).

• أصدرت له الدار العربية للنشر والتوزيع الكتب التالية:

- سلسلة العلم والممارسة فى العلوم الزراعية: تكنولوجيا الزراعات المحمية (طبعات: ١٩٨٨، و ١٩٩٠)- الطماطم - البطاطس - البصل والثوم - القرعيات - الخضر الثمرية - الخضر الجذرية والورقية والزهرية - الخضر الثانوية.

- أساسيات تربية النبات - تربية محاصيل الخضر - تربية النباتات لمقاومة الأمراض والآفات.

- سلسلة العلم والممارسة لإنتاج الخضر فى الأراضى الصحراوية - أساسيات إنتاج الخضر فى الأراضى الصحراوية - إنتاج خضر المواسم الدافئة والحارة فى الأراضى الصحراوية - إنتاج خضر المواسم المعتدلة والباردة فى الأراضى الصحراوية

- إنتاج وفسيولوجيا إعتماد بذور الخضر .

- سلسلة محاصيل الخضر " تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة ": الطماطم تكنولوجيا الإنتاج والفسيولوجى والممارسات الزراعية والحصاد والتخزين - الطماطم الأمراض والآفات ومكافحتها - إنتاج البطاطس - إنتاج البصل والثوم.

• ويصدر قريبا بمشيئة الله : القرعيات تكنولوجيا الإنتاج والفسيولوجى والممارسات الزراعية والحصاد والتخزين - القرعيات الأمراض والآفات ومكافحتها.

دار العدنان للطباعة
دار السلام ت: ٣١٨٠١٥٣